

## О ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ НЕКОТОРЫХ ПИТЬЕВЫХ ВОД, СНАБЖАЮЩИХ ГОРОД ЕРЕВАН

© 2005 г. Г. В. Шагинян

Институт геологических наук НАН РА  
375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения  
E-mail: hrshah@sci.am  
Поступила в редакцию 22.10.2004 г.

В статье приводятся результаты гидрогеохимических исследований некоторых, наиболее крупных водоисточников, снабжающих г. Ереван питьевыми пресными водами. Даются гидрогеохимические характеристики этих вод в сравнении с некоторыми международными стандартами.

В период 2002-2004 гг. проводились гидрогеохимические исследования вод, снабжающих гор. Ереван. Под наблюдением находился ряд наиболее крупных источников. В данной статье приводятся результаты исследований вод источников Катнахпюр, Каренис, Арзакан, Шор-Шор, Апаран и некоторых из многочисленных выходов вод, которые каптируются в пределах Севан-Разданской ГЭС и подаются в гор. Ереван. Часть этих вод доходит до потребителя в смешанном с другими водами состоянии, часть – в несмешанном.

Областью формирования всех этих вод в основном являются западные склоны Гегамского хребта. Его географическое и гипсометрическое положение – большой перепад высот, морфология, экспозиция склонов и т.д. обуславливают различия климатических поясов, подчиненных вертикальной зональности. Зональностью климата, в свою очередь, обусловлено изменение многих других природных факторов – растительного покрова почвы, условий и характера их выветривания, условий формирования подземных вод и их питания.

Западные склоны Гегамского хребта характеризуются своеобразным развитием гидрографической сети. Густота ее неравномерна. Реки, в основном, имеют смешанное питание – атмосферные осадки и грунтовые воды.

Основной водной артерией территории является р. Раздан, площадь водосбора которой превышает 2500 км<sup>2</sup> (без оз. Севан).

В формировании и распределении подземных вод значительная роль принадлежит слагающим регион породам. Кратко рассмотрим основные комплексы пород, слагающих западные склоны хребта и играющих более или менее важную роль в формировании химического состава исследованных вод.

В значительной части западных склонов хребта распространены трещиноватые четвертичные лавы – андезиты, андезито-базальты, андезито-дациты. В этих породах наблюдается чередование нескольких потоков, которые разделяются шлаками и ошлакованными разностями пород и др. В большинстве случаев эти слои являются водоупорами (Аветисян, Балян и др., 1974). По данным геофизических исследований и бурения, мощность лавовых пород составляет 700-800 м и более.

В целом эти породы хорошо водопроницаемые, водоносные. Мощная броня андезито-базальтовых лав располагается на эродированной поверхности метаморфических, вулканогенно-осадочных и интрузивных пород. Погребенный под лавами древний рельеф почти повсюду закольматирован и является региональным водоупором.

Сравнительно небольшое распространение имеют карбонатные породы девона, карбона, мела и эоцена. Литологически они представлены известняками и мергелями. Обнажаются в бассейнах рр. Аргичи, Веди, Раздан. Известняки сильно трещиноватые, в целом хорошо водопроницаемые.

Осадочные образования имеют ограниченное распространение. Отдельные их обнажения наблюдаются в бассейнах рр. Раздан, Гарни, Арпа и др. Здесь они представлены глинами, глинистыми сланцами, песчаниками, конгломератами палеозоя-мезозоя (Аветисян, Балян и др., 1974). Широко развиты рыхлообломочные и слабосцементированные образования, которые генетически являются аллювиальными, делювиальными, элювиальными, пролювиальными ледниковыми и озерными образованиями. Широко распространены также россыпи, роль которых в инфильтрации атмосферных и поверхностных вод очень велика.

В целом, рыхлообломочные и слабосцементированные образования характеризуются хорошей водопроницаемостью и водоносностью.

Область питания подземных вод в основном охватывает территорию вершинной части хребта, структурно-денудационное привершинное плато и высокие склоны.

Основная часть рассматриваемых вод формируется на участке между гг. Ковасар (2299,7 м), Сари-Сурп (2524,8 м), Аждаак (3087,0 м), Ератумбер (3258,5 м), Атис (2528,5 м) и Гутанасар (2299,2 м).

Благоприятные геоморфологические, литологические и физико-географические условия способствуют формированию довольно мощного потока подземных вод. Часть потока – Арзнинская струя, двигается на ЮЮЗ и на участке курорта Арзни-с. Геташен, на протяжении 5 км, разгружается. Суммарный родниковый сток здесь составляет примерно 2000 л/сек, из коих более 1400 л/сек подается на водоснабжение гор. Еревана.

Северная часть Центрального водотока разветвляется на три струи.

Гюмуш (Каренис)-Авазанская струя питает многочисленные родники, которые разгружаются на левом берегу р.Раздан. Суммарный расход этих родников составляет около 1000 л/сек, из коих более 700 л/сек поступает в гор. Ереван.

Арзакан-Бжнинская струя разгружается на левом берегу р.Раздан. Суммарный дебит составляет около 700 л/сек, из коих более 600 л/сек поступает в гор. Ереван.

Другой мощный поток формируется на участках между гг.Атис, Ератумбер и Аждаак, водоразделе бассейнов рр.Гедар и Азат. Разветвляется этот поток на отдельные струи, северная из которых, наиболее мощная, питает Акунк-Катнахпюрскую и, частично, Арзни-Гетамечскую группы родников с суммарным дебитом около 2000 л/сек. Примерно 1700 л/сек из них также подается на водоснабжение гор. Еревана.

Центральная струя, двигаясь по разным направлениям, частично разгружается в районе Канакерской и Ереванской ГЭС. Из последней вода поступает в гор. Ереван.

Поступающая в вулканогенно-осадочную толщу часть водотока известна под названием Гохт-Гарнийского. Он формирует Гарнийские родники, описание вод которых дано ранее (Шагинян, Кюрегян и др., 2004).

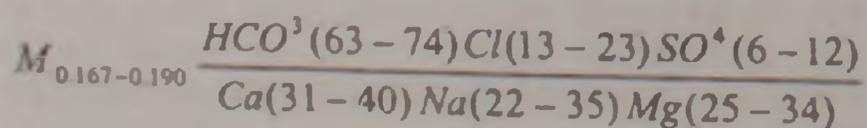
По данным В.А.Аветисяна, С.П.Баляна и др. (1974), воды, формирующиеся в пределах северной части Гегамского хребта, преимущественно связаны с андезит-базальтовыми лавами и их пирокластами и имеют исключительно высокие питьевые качества. По химсоставу они гидрокарбонатные, кальциевые или гидрокарбонатно-натриевые с минерализацией от 0,1 до 0,5 г/л. Исключение составляют воды, соприкасающиеся с подстилающими лавы породами осадочных и вулканогенно-осадочных толщ.

Все эти воды, являющиеся частью основных источников водоснабжения гор. Еревана, представляют большой интерес и как объект гидрогеохимических исследований.

При наших исследованиях все определения проводились в гидрогеохимической лаборатории ИГН НАН РА химиками-аналитиками Эксюзян Ц.О., Закарян Ш.С., Гюльназарян Ш.А.

Сведения о методике определения некоторых элементов и соединений (Резников и др., 1963), применяемой в гидрогеохимической лаборатории ИГН НАН РА, и данные о ее чувствительности описаны ранее (Шагинян, Халатян и др., 2004).

Место опробования *Катнахпюрских родников* находится в 3-3,5 км к востоку от гор. Абовяна. Их суммарный дебит составляет примерно 2000 л/сек. Эти воды характеризуются гидрокарбонат-хлоридным, кальций-натрий-магниевым (кальций-магниевым-натриевым) классом. В одной пробе зафиксировано содержание  $SO_4$  выше 10%-экв. По формуле Курлова, они представляются в следующем обобщенном виде:

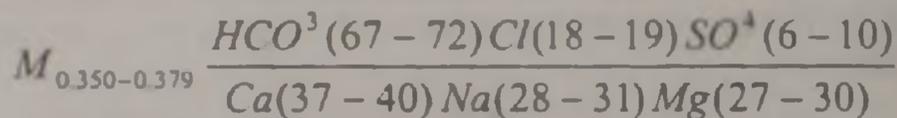


Общая минерализация колеблется в пределах 0,167-0,190 г/л, общая жесткость – 0,95-1,10, рН – 6,57-7,30. Из соединений азота обнаружено только  $NO_3$ , содержание которого в разные периоды года колеблется в пределах 3,5-5,0 мг/л. Оно значительно ниже допустимых норм для питьевых вод.

Содержания остальных рассмотренных элементов и соединений ( $NH_4^+$ ,  $Fe_{\text{св}}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $F^-$ ,  $J^-$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $As$ , рН) также находятся в пределах норм (табл.1,2). В табл.2 приводятся действующие в некоторых странах международные стандарты, которые отличаются своими жесткими требованиями (Крайнов, Швец, 1987; Боровский и др., 1998).

В целом, по своим основным гидрохимическим параметрам Катнахпюрские воды соответствуют стандартам для питьевых вод.

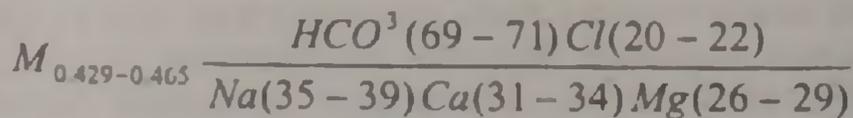
*Арзаканские родники* каптируются у сс.Техеник и Карашамб. Суммарный дебит этих родников составляет 2050 л/сек. Класс вод – гидрокарбонат-хлоридный, кальций-натрий-магниевый (кальций-магниевый-натриевый). По формуле Курлова, они представляются в следующем виде:



В одной пробе зафиксировано содержание  $SO_4$  выше 10%-экв, что не может влиять на общую гидрохимическую характеристику описываемых вод, однако свидетельствует о наличии слабого протекания процессов окисления.

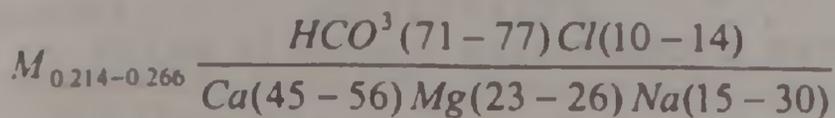
Величина минерализации колеблется в пределах 0,35-0,38 г/л, общая жесткость – 2,7-2,8, рН – 6,45-6,52. Из соединений азота обнаружено  $NO_3$ , содержание которого значительно ниже ПДК и колеблется в пределах 7,0-11,0 мг/л. В целом, воды Арзаканских родников по исследованным параметрам соответствуют требованиям стандартов для питьевых вод.

Воды *родников Шор-Шор* опробованы всего 4 раза в силу нерегулярного водоснабжения. Эти воды характеризуются гидрокарбонат-хлоридным, натрий-кальций-магниевым классом с минерализацией от 0,429 до 0,465 г/л, общей жесткостью 2,95-3,05. рН – 6,26-6,32.

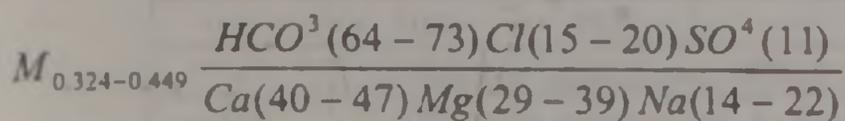


Несмотря на сравнительно повышенные значения общей минерализации и  $NO_3$ , питьевые качества этих вод удовлетворительные.

*Апаранские* воды опробованы в разных точках. Это, в основном, гидрокарбонатного (гидрокарбонат-хлоридного), кальций-магниевый-натриевого (кальций-натрий-магниевый) класса воды, минерализация которых колеблется в пределах 0,214-0,266 г/л. Общая жесткость – 1,65-1,8, рН – 6,33-6,54. Из соединений азота обнаружено  $NO_3$ , содержание которого доходит до 14,0 мг/л.



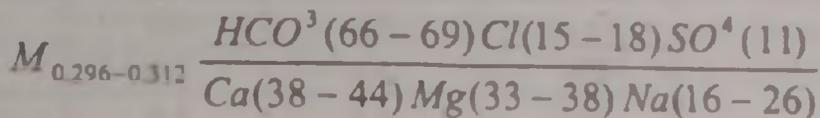
У Севан-Разданской ГЭС, в ущелье р Раздан, многочисленные родники каптируются и подаются в гор. Ереван дебитом в несколько сот л/сек. Эти воды также опробованы в разных точках по течению. В основном, это воды гидрокарбонат-хлоридного (редко гидрокарбонат-хлорид-сульфатного), кальций-магний-натриевого класса, с минерализацией от 0,324 до 0,449г/л, общей жесткостью - 1,95-4,0 и рН - 6,59-7,06.



Из соединений азота обнаружено  $NO_3^-$  (конечный продукт окисления азота), содержание которого намного ниже ПДК.  $NH_4^+$  и  $NO_2^-$  -

показатели "свежего" загрязнения вод (Самарина, 1977) не были обнаружены.

Каренисские воды являются частью Авазан-Гюмушского мощного потока, из которого более 700л/сек направляется в гор. Ереван. Состав в основном гидрокарбонат-хлорид-сульфатный, кальций-магний-натриевый, минерализация - до 0,312г/л, общая жесткость - 2,4-2,7 и рН - 6,72-7,00.



Эти воды характеризуются сравнительной стабильностью сохранения мест элементов и соединений как в анионном, так и в катионном рядах. Из соединений азота обнаружено только  $NO_3^-$ ; содержание которого значительно ниже принятых стандартов.

Таблица 1

Содержания элементов и соединений в исследованных водах

Элементы и соединения	Катнахпюр	Арзакан	Шор-Шор	Апаран	Севан-Разданская ГЭС	Каренис	Северный р-он (Арабкир)	ЗСЗ р-он (Давидашен)	ССВ р-он (Аван. Канакер. Норкский м-в)	Некоторые участки центрального р-на
$NH_4^+$	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
Fe <sub>общ</sub>	не обн.	не обн. - 0,02	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн. - 0,12	не обн. - 0,04
Cu <sup>2+</sup>	0,0003-0,0004	0,0004-0,0096	0,0006-0,0044	0,0007-0,008	0,0005-0,0052	0,0008-0,048	0,0009-0,06	0,0004-0,0098	0,0006-0,11	0,0009-0,03
Zn <sup>2+</sup>	не обн. - 0,046	не обн. - 0,076	не обн. - 0,036	не обн. - 0,05	не обн. - 0,03	0,002-0,03	не обн. - 0,072	не обн. - 0,04	не обн. - 0,072	не обн. - 0,44
Pb <sup>2+</sup>	не обн. - 0,012	не обн. - 0,0044	0,0003-0,0022	не обн. - 0,0026	0,0002-0,004	не обн. - 0,003	не обн. - 0,002	не обн. - 0,002	не обн. - 0,02	не обн. - 0,003
Cd <sup>2+</sup>	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
$NO_3^-$	3,50-5,00	7,00-11,00	7,00-9,00	8,00-14,00	8,00-14,00	8,00-14,00	5,0-15,0	5,0-12,0	3,5-6,0	3,00-14,00
$NO_2^-$	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
F	0,20-0,40	0,30-0,50	0,03-0,40	0,20-0,45	0,38-0,54	0,30-0,54	0,10-0,58	0,20-0,54	0,20-0,50	0,16-1,10
J	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
$PO_4^{3-}$	0,25-0,42	0,40-0,57	0,50-0,62	0,25-0,35	0,25-0,50	0,40-0,50	0,25-0,58	0,30-0,38	0,25-0,45	0,20-0,43
As	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
pH	6,57-7,30	6,45-6,52	6,26-6,32	6,25-6,54	6,65-7,06	6,72-7,00	6,35-7,12	6,15-6,73	6,01-7,21	6,11-7,10

Таким образом, для рассмотренных питьевых пресных вод, снабжающих гор. Ереван, характерен гидрокарбонат-хлоридный (гидрокарбонат-хлорид-сульфатный), кальций-магний-натриевый (кальций-натрий-магниевый) класс. Величина общей минерализации колеблется в пределах 0,17 до 0,47г/л, общая жесткость - 1,0-4,0 и рН - 6,25-7,30.

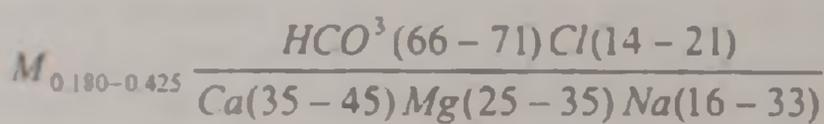
Рассмотрим гидрогеохимические показатели вод в точках наблюдений, которые питаются вышеописанными водами в гор. Ереване (табл. 1). Здесь также опробование проводилось свыше 2 лет, на каждой точке количество проб во время

наблюдений составляет в среднем 8-9.

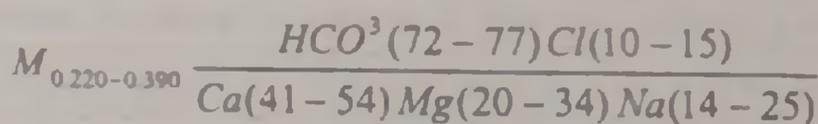
Воды северного района города (Арабкир) характеризуются гидрокарбонат-хлоридным, кальций-магний-натриевым (кальций-натрий-магниевым) классом. Редко в анионном ряду зафиксированы содержания иона  $SO_4^{2-}$ , но их величины не превышают значения 12%-экв. Величина общей минерализации колеблется в пределах от 0,180 до 0,425г/л, общая жесткость - 1,25-3,30 и рН - 6,40-7,22. Формулу Курлова для этих вод можно представить в следующем виде:

Принятые стандарты по некоторым элементам и соединениям в водах (в мг/л)

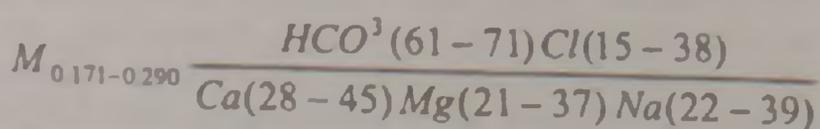
Элементы и соединения	Россия, СанПиН. 2.1.4.559-96	ВОЗ, 1994	Швейцария		Франция	ЕС 80/778	
			общие ПДК	высшего качества		предельно допустимые	стандартные
$\text{NH}_4^+$	-	1,5	0,5	0,05	0,5	0,5	0,05
$\text{Fe}_{\text{обш}}$	0,3	0,3	0,3	0,05	0,2	0,2	0,05
$\text{Cu}^{2+}$	1,0	1,0	1,5	0,05	1,0	3,0	0,1
$\text{Zn}^{2+}$	5,0	3,0	5,0	0,1	5,0	5,0	0,1
$\text{Pb}^{2+}$	0,03	0,01	0,05	-	0,05	0,05	-
$\text{Cd}^{2+}$	0,001	0,003	0,005	0,0005	0,005	0,005	-
$\text{NO}_3^-$	45,0	50,0	40,0	25,0	50,0	50,0	25,0
$\text{NO}_2^-$	3,0	3,0	0,1	0,01	0,1	0,1	-
F	1,2-1,5	1,5	1,5	-	1,5	1,5	-
J	-	-	-	-	-	-	-
$\text{PO}_4^{3-}$	-	-	1,0 (по $\text{P}_2\text{O}_5$ )	0,05 (по $\text{P}_2\text{O}_5$ )	1,0 (по $\text{P}_2\text{O}_5$ )	5,0 (по $\text{P}_2\text{O}_5$ )	0,4 (по $\text{P}_2\text{O}_5$ )
As	0,05	0,01	0,05	0,002	-	0,05	-
pH	6,00-9,00	-	9,20	7,00-8,00	6,50-9,00	4,50	6,50-8,50



Воды запад-северо-западного района гор. Еревана (Давидашен) исследованы в 3-х точках наблюдений, т.к. он занимает сравнительно небольшую территорию и, в основном, имеет одно и то же питание. Эти воды в основном характеризуются гидрокарбонат-хлоридным, кальций-магний-натриевым классом, величиной общей минерализации от 0,220 до 0,390 г/л, общая жесткость – 1,60-3,90 и pH – 6,15-6,93. Схематично формулу Курлова можно представить в следующем виде:

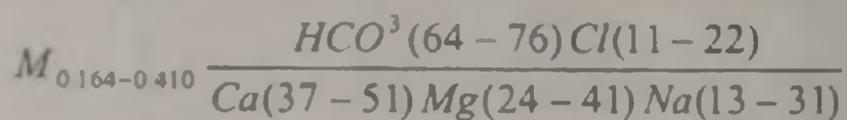


Север-северо-восточные районы гор. Еревана (Аван, Канакер, Норкский массив) питаются из нескольких водоисточников. Сделана попытка описать воды основных источников, которые снабжают большинство этих участков. Они характеризуются, в основном, гидрокарбонат-хлоридным, кальций-магний-натриевым (кальций-натрий-магниевым) классом. Редко наблюдается повышение  $\text{SO}_4$  иона до 11%-экв. Минерализация – от 0,170 до 0,290 г/л, общая жесткость – 1,05-1,35, pH – 6,01-7,21.



Центральные районы гор. Еревана также снабжаются водами разных источников. Часть их была описана ранее, остальная часть, о которой приводятся данные ниже, характеризуется, в

основном, гидрокарбонат-хлоридным, кальций-магний-натриевым классом. Минерализация этих вод колеблется в пределах 0,164-0,410 г/л. Схематично формулу Курлова можно представить в следующем виде:



Редко наблюдается повышение  $\text{SO}_4$  иона, но оно не влияет на общую гидрохимическую характеристику вод в годовом разрезе. Общая жесткость составляет 1,20-3,30, pH – 6,30-7,15.

Таким образом, рассмотренные воды, снабжающие гор. Ереван, в целом характеризуются гидрокарбонат-хлоридным, кальций-натриевым (или кальций-магниевым) классом.

Воды в гор. Ереване в целом характеризуются гидрокарбонат-хлоридным, кальций-магниевым (или кальций-натриевым) классом. При сравнении полученных данных с данными В.А. Аветисяна и др. (1974) наблюдаются стабильное состояние в анионном и некоторые колебания в катионном рядах. По исследованным другим характеристикам эти воды также соответствуют требованиям международных действующих стандартов.

Однако, заслуживает внимания вопрос о обнаружении, например, йода, который, как известно, является необходимым для жизнедеятельности человека элементом. В связи с этим становятся неизбежными разработка и внедрение стандартов по минимально необходимым содержаниям (МНС) элементов и соединений в питьевых водах, о чем неоднократно было упомянуто в работах В.З. Рубейкина, П.М. Капляна и др.

## ЛИТЕРАТУРА

- Аветисян В.А., Балян С.П., Месропян М.М., Сардаров Э.И. Гегамский хребет. В кн.: "Геология Армянской ССР", т.VIII. "Гидрогеология". Ереван: Изд. АН АрмССР, 1974, с.130-150.
- Крайнов С.Р., Швеи В.М. Геохимия подземных вод хозяйственно-питьевого назначения. М.: Недра, 1987, 237с.
- Самарина В.С. Гидрогеохимия. Л.: Изд. Ленинградского университета, 1977, 359с.
- Резников А.А., Муликовская Е.П., Соколов И.Ю. Методы

анализа природных вод. М.: Гос. научно-техническое изд-во литературы по геологии и охране недр. 1963, 403 с.

Экологически чистые подземные питьевые воды. Рекомендации по обоснованию перспективных участков для добычи с целью промышленного розлива (сост. Боровский Б.В., Боровский Л.В. и др.). М.: АОЗТ ГИДЭК, 1998, 31 с.

Шагинян Г.В., Халатян Э.С., Кюрегян Т.Н. Геохимия питьевых вод южных районов города Еревана. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2004, № 1, с.49-54.

## ԵՐԵՎԱՆ ՔԱՂԱՔԸ ՄՆՈՂ ՈՐՈՇ ԽՄԵԼՈՒ ՋՐԵՐԻ ՀԻԴՐՈԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ԲՆՈՒԹԱԳՐԻ ՄԱՍԻՆ

Հ. Վ. Շահինյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում բերվում են Երևանը սնող խոշոր աղբյուրներից մի քանիսի ջրերի հիդրոերկրաքիմիական ուսումնասիրությունների արդյունքները: Դրանք են Կաթնաղբյուրը, Կարենիսը, Արգաքանը, Շոր-Շորը, Ապարանը և Սևան-Հրազդան ՀԷԿ-ի շրջանում մակերես դուրս եկող բազմաթիվ աղբյուրները:

Ուսումնասիրվել են նաև Երևանի հյուսիսային, արևմուտք-հյուսիս-արևմտյան, հյուսիս-հյուսիս-արևելյան և կենտրոնական շրջանների խմելու ջրերը, որոնք, ամենայն հավանականությամբ, վերոհիշյալ աղբյուրների ջրերն են:

Երևան քաղաքի նշված շրջանները սնող ջրերը ունեն հիդրոկարբոնատ-քլորիդային, կալցիում-նատրիումային (կամ կալցիում-մագնեզիումային) կազմ:

Նույն կազմով են բնութագրվում նաև Երևան քաղաքի համապատասխան շրջանների ջրերը, ինչը հավաստում է տեղափոխման ժամանակ ջրերի կազմի պահպանությունը:

Բերվում են նաև տվյալներ մի քանի միջազգային ընդունված չափորոշիչների մասին և կատարված է ստացված արդյունքների մասնակի համեմատական անալիզ նրանց հետ:

## ABOUT HYDRO-GEOCHEMICAL CHARACTERISTIC OF SOME DRINKING WATERS SUPPLYING YEREVAN

H. V. Shahinyan

Abstract

The article highlights the results of hydro-geochemical investigations of some largest drinking and fresh water sources supplying Yerevan. Given are provides hydro-geochemical characteristics of such waters vs. some international standards.