

О НЕКОТОРЫХ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИКАХ ГАРНИЙСКИХ ПИТЬЕВЫХ ВОД

© 2004 г. Г. В. Шагинян, Т. Н. Кюрегян, Э. С. Халатян, Л. А. Григорян

Институт геологических наук НАН РА
375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
E-mail: hrshah@sci.am
Поступила в редакцию 21.05.2004 г.

В статье представлены результаты гидрогеохимических исследований состава гарнийских пресных питьевых вод, поступающих на водоснабжение г. Еревана, и результаты исследований составов этих же вод на пунктах их употребления. По составу и физическим свойствам эти воды, находящиеся под мониторинговым наблюдением в течение 2-х лет, в основном отвечают требованиям действующих международных нормативных документов, что дает основание отнести их к категории питьевых вод обычного качества.

Центральная часть г. Еревана, в основном, снабжается питьевой водой, поступающей из гарнийского водосборника, расположенного на Гегамском нагорье. Оно сложено почти исключительно продуктами плиоцен-четвертичного вулканизма. Это породы андезито-базальтового и андезито-дацитового состава мощностью 700-800 м и более. Они сильно водопроницаемые, водоносные и являются областью формирования значительной части основных ресурсов подземных вод данного района.

Мощная броня андезито-базальтовых лав Гегамского нагорья располагается на эродированной поверхности метаморфических, вулканогенно-осадочных и интрузивных пород.

Погребенный под лавами древний рельеф почти всюду закольматирован и служит региональным водопором.

Вулканогенно-осадочные породы (туфы, туфопесчаники, туфобрекчии, туфоконгломераты) имеют незначительное распространение и практически безводны. Небольшие площади занимают карбонатные породы девона, карбона, мела (известняки, мергели), которые, благодаря системе трещин, хорошо водопроницаемы. Широко распространены рыхлообломочные и слабосцементированные отложения, характеризующиеся как водопроницаемые, водоносные.

Поток подземных вод, в виде мощных родников, выходит на поверхность между сс. Гохт и Гарни с суммарным дебитом примерно 1700 л/сек. В пределах наклонного лавового плато наблюдаются более рассеянные выходы. Гохт-Гарнийский водоток формируется в верховьях р. Гохтгет, между водораздельной линией бассейнов рр. Гедар и Азат и горами Назал (3361 м), Спитакасар (3560 м) и Зиарат (3150 м) (Аветисян, Балян и др., 1974).

В годовом режиме подземных вод Гегамского хребта наблюдаются 4 периода: максимума, минимума, спада и подъема. Эти периоды повторяются ежегодно, но с разной продолжительностью (Аветисян, Балян и др., 1974).

В данной статье рассматриваются некоторые гидрогеохимические аспекты гарнийских пресных питьевых вод, которые формируются в пределах этих образований, каптируются и подаются водоводом на водоснабжение г. Еревана.

В течение 2-х лет (апрель 2002 – январь 2004 г.) было проведено мониторинговое наблюдение с отбором более 60 проб воды, которые анализировались в гидрохимической лаборатории Института геологических наук НАН РА. Время отбора проб определялось погодными и климатическими условиями, с целью наблюдения изменений химического состава вод в зависимости от отмеченных факторов. Были определены основные катионные и анионные составляющие с целью установления классовой принадлежности этих вод и колебаний содержаний основных элементов и соединений химического состава, а также некоторые микросоставляющие и биологические показатели с целью определения степени техногенного загрязнения вод при транспортировке. Как было известно из ранее проведенных работ и как показали наши исследования, гарнийские воды отличаются сравнительной стабильностью своих основных гидрохимических показателей. Они пресные, гидрокарбонат-хлоридного, кальций-натриевого класса. Общая минерализация не превышает 200 мг/л, рН в основном равен 7,0 (табл. 1). Поскольку содержания некоторых элементов и соединений ниже предела чувствительности анализа, и они не были обнаружены при наших исследованиях, считаем необходимым представить дополнительные сведения о методике их определения (Резников, Мулиновская, 1963), чувствительности анализа, ПДК (в мг/л) по СанПиН 2.1.4.559-96 РФ (Питьевая вода и ..., 1996) и по ГОСТ 2874-82 (в мг/л) (Крайнов, Швеиц, 1987) и нормативы качества питьевой воды по ВОЗ (в мг/л) (Боревский Б.В., Боревский Л.В. и др., 1998).

Метод	Чувств.	ПДК	Нормы ВОЗ
NH_4^+ - колориметрический,	0.05,	—	1.5
$\text{Fe}_{\text{обм}}$ - колориметрический,	0.04,	0.3	0.3
Cu^{2+} - полярографический,	0.0005,	1.0	1.0
Pb^{2+} - полярографический,	0.00005,	0.03	0.01
Zn^{2+} - полярографический,	0.0001,	5.0	3.0
Cd^{2+} - полярографический,	0.00005,	—	0.003
J - колориметрический,	0.1,	—	нет данных
As - колориметрический,	0.02,	0.05	0.01
NO_2 - колориметрический,	0.01,	—	3.00

Таблица 1

Содержание элементов и соединений (в мг/л) в гарнийском водосборнике
и питьевых водах центрального района г.Еревана
(по данным 7 анализов в каждой точке)

Элементы и соединения	Водосборник «Гарни»		Пр. им. Маштоца		Пл. Анрапетутян	
	Интервал содерж.	Среднее знач.	Интервал содерж.	Среднее знач.	Интервал содерж.	Среднее знач.
Общая жесткость (мг/экв.)	1,00-1,25	1.10	1,10-1,45	1.25	1,05-1,30	1.17
pH	6,87-7,04	6.95	6,71-7,07	6.60	6,7-7,1	6.0
Cu ²⁺	0,001-0,005	0.003	0,001-0,02	0.007	0,001-0,008	0.005
Pb ²⁺	не обн.-0,0018	0.00085	не обн.-0,002	0.00045	не обн.-0,0008	0.0002
Zn ²⁺	не обн.-0,054	0.02	не обн.-0,02	0.006	не обн.-0,02	0.006
Cd ²⁺	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
Fe _{обн.}	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
F ⁻	0,01-0,40	0.26	0,20-0,43	0.28	0,20-0,40	0.24
J ⁻	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
As	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
NH ₄ ⁺	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
NO ₃ ⁻	4,20-5,50	4.96	4,00-6,60	3.80	3,0-5,0	4.33
NO ₂ ⁻	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
PO ₄ ³⁻	0,01-0,45	0.23	0,32-0,42	0.35	0,32-0,45	0.40
H ₄ SiO ₄	55,0-70,0	60.0	53,0-80,0	57.0	57,0-70,0	62.80
	Ул. Абовяна		Ул. Пушкина		Ул. Алека Манукяна	
Общая жесткость (мг/экв.)	1,05-1,25	1.17	не обн. – 1,7	1.10	1,05-1,30	1.20
pH	6,50-7,10	7.0	6,94-7,09	7.0	6,80-7,00	6.90
Cu ²⁺	0,0002-0,007	0.0025	0,006-0,02	0.009	0,001-0,004	0.0027
Pb ²⁺	не обн.-0,001	0.0002	0,0003-0,01	0.0004	не обн.-0,001	0.0004
Zn ²⁺	не обн.-0,07	0.026	не обн.-0,01	0.004	не обн.-0,036	0.02
Cd ²⁺	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
Fe _{обн.}	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
F ⁻	0,20-0,35	0.27	0,16-0,50	0.34	0,20-0,35	0.25
J ⁻	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
As	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
NH ₄ ⁺	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
NO ₃ ⁻	3,8-4,5	4.07	3,0-7,0	5.0	3,5-6,0	4.68
NO ₂ ⁻	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
PO ₄ ³⁻	0,28-0,38	0.34	0,30-0,35	0.32	0,28-0,38	0.32
H ₄ SiO ₄	58,0-65,0	61.0	50,0-70,0	58.50	50,0-65,0	60,0
Элементы и соединения			Ул. Тпагричнери		Ул. Тиграна Меца	
			Интервал содерж.	Среднее знач.	Интервал содерж.	Среднее знач.
Общая жесткость (мг/экв.)			1,0-1,3	1,16	1,00-1,20	1,15
pH			6,25-7,06	6,80	6,88-7,12	6,90
Cu ²⁺			0,006-0,016	0,006	0,0002-0,004	0,002
Pb ²⁺			не обн. – 0,0008	0,0003	не обн – 0,0002	0,0001
Zn ²⁺			0,001-0,18	0,03	не обн. – 0,018	0,007
Cd ²⁺			не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
Fe _{обн.}			не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
F ⁻			0,20-0,30	0,24	0,20-0,43	0,30
J ⁻			не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
As			не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
NH ₄ ⁺			не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
NO ₃ ⁻			3,45-5,0	4,17	3,50-5,80	4,50
NO ₂ ⁻			не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
PO ₄ ³⁻			0,30-0,43	0,34	0,30-0,40	0,34
H ₄ SiO ₄			50,0-70,0	62,80	58,0-65,0	61,0

Макросоставы исследованных вод характеризуются следующими интервалами содержаний параметров катионного и анионного рядов (мг/экв - %):
Водосборник «Гарни»

$$M_{0.16-0.18} \frac{HCO^3 61-73 Cl 5-8 SO^4 3-9}{Ca 11-12 Na 5-11 Mg 5-8}$$

Пр. им. Маштоца

$$M_{0.18-0.22} \frac{HCO^3 67-92 Cl 5-13 SO^4 5-9}{Ca 13-18 Na 5-12 Mg 5-9}$$

Пл. Анрапетутян

$$M_{0.18-0.20} \frac{HCO^3 67-80 Cl 7-9 SO^4 5-9}{Ca 12-15 Na 8-11 Mg 4-7}$$

Ул. Абовяна

$$M_{0.16-0.19} \frac{HCO^3 61-80 Cl 7-9 SO^4 4-8}{Ca 13-15 Na 7-11 Mg 5-7}$$

Ул. Пушкина

$$M_{0.16-0.34} \frac{HCO^3 67-98 Cl 6-14 SO^4 4-13}{Ca 13-18 Na 8-13 Mg 4-10}$$

Ул. Алека Манукяна

$$M_{0.16-0.19} \frac{HCO^3 67-80 Cl 7-9 SO^4 4-8}{Ca 12-16 Na 8-12 Mg 4-8}$$

Ул. Тпагричнери

$$M_{0.17-0.20} \frac{HCO^3 61-79 Cl 7-9 SO^4 4-9}{Ca 12-15 Na 7-12 Mg 4-7}$$

Ул. Тиграна Меца

$$M_{0.17-0.20} \frac{HCO^3 67-79 Cl 6-9 SO^4 4-10}{Ca 12-15 Na 8-12 Mg 4-7}$$

Содержания некоторых исследованных микрокомпонентов (Cu^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} , F) во всех пробах значительно ниже предельно допустимых значений, зафиксированных в разных, в том числе и ВОЗ (Экологически чистые подземные воды, 1998), нормативных документах.

Из наиболее распространенных показателей техногенного загрязнения вод не обнаружены содержания Cd^{2+} , As, $Fe_{общ}$, NH_4^+ , NO_2^- , а содержание NO_3^- находится в пределах допустимых норм.



Ниже приводятся графики колебаний $M_{общ}$, pH, а также содержаний Cu, Zn, Pb, NO_3^- в исследованных водах в период наблюдений.

Графики показывают, что при транспортировке происходят незначительные изменения значений содержаний исследованных составляющих.

Так, для Cu максимальное содержание зафиксировано в зимне-весенний период 2003г. — 0,02мг/л (ул. Пушкина и пр.Маштоца) и в то время, когда на гарнийском водосборнике оно почти в 10 раз ниже. Несмотря на то, что и значение 0,02мг/л в 2 раза ниже, чем требование к водам, например, высшего питьевого качества (Экологически чистые подземные воды, 1998) и в десятки раз меньше, чем требование ВОЗ, очевидно техногенное загрязнение при транспортировке.

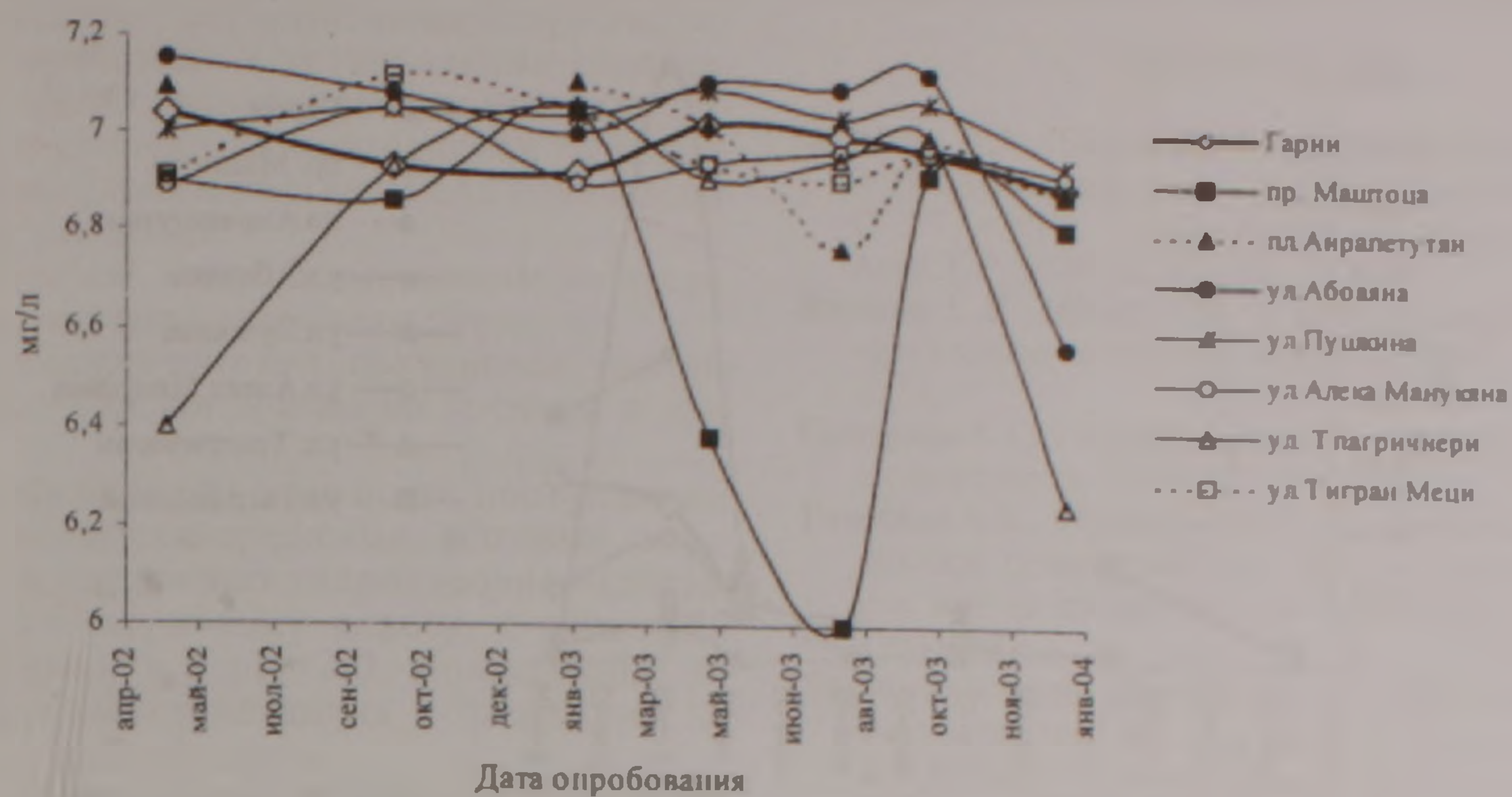
Свинец во всех точках опробования обнаруживается спорадически. Интересно, что наивыс-

шее содержание (оно почти соответствует требованиям к водам высшего качества) зафиксировано в гарнийском водосборнике. Так как растворимость природных соединений свинца низкая и он, в основном, связан с умеренно-кислыми гранитоидами, можно полагать, что зафиксированные содержания свинца связаны с техногенным загрязнением как вод гарнийского водосборника, так и г.Еревана.

Цинк хорошо мигрирует как в нейтральных, так и в кислых, и щелочных водах. Это наблюдается и при наших исследованиях. Наивысшее значение элемента — 0,18мг/л зафиксировано один раз в водах ул.Тпагричнери, но основная информация говорит о безопасности содержаний цинка в исследованных водах.

Как известно, NH_4^+ и NO_2^- — показатели "свежего" загрязнения вод (Самарина, 1977), но они не были обнаружены. Обнаружены содержания

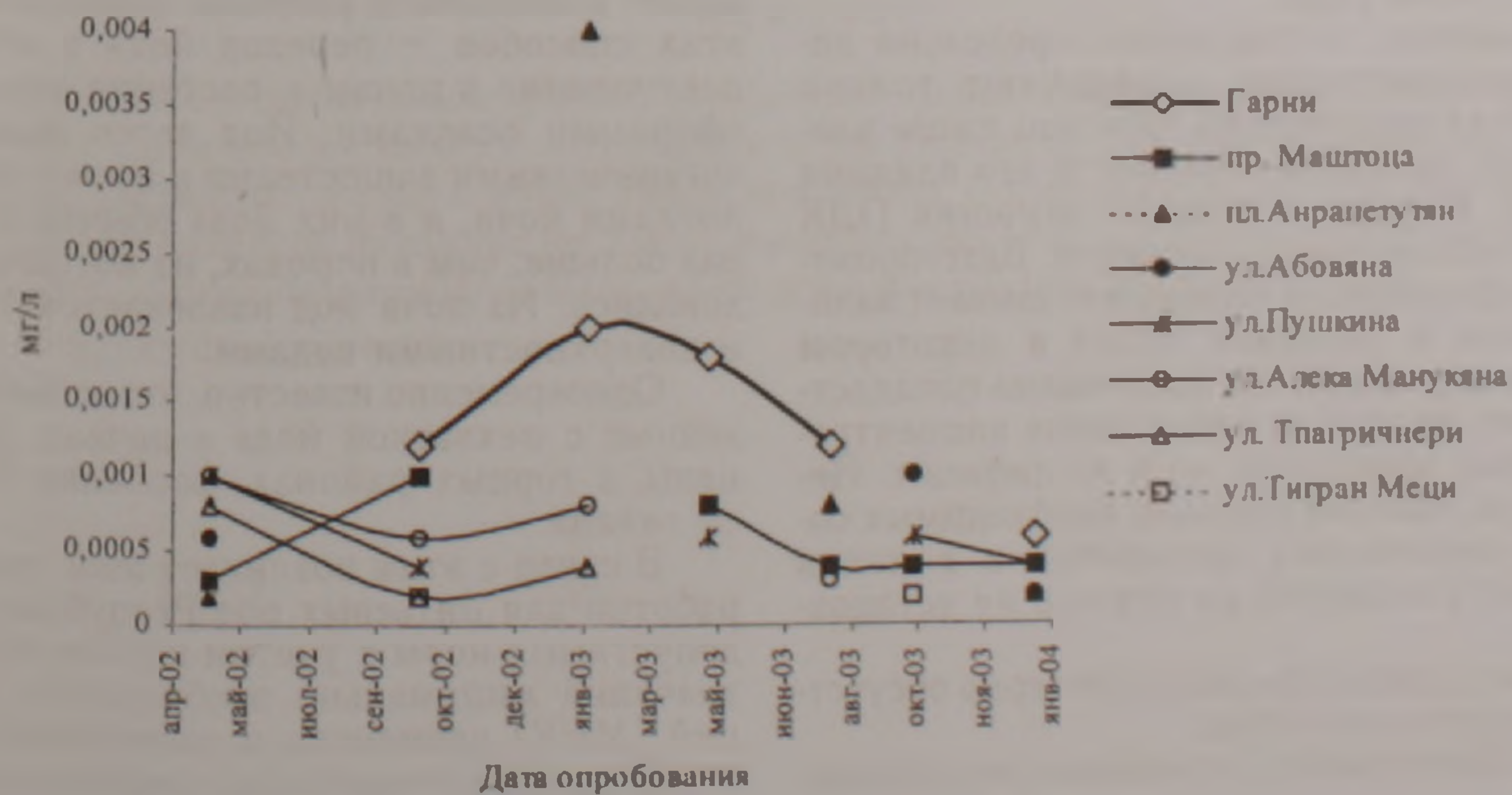
pH



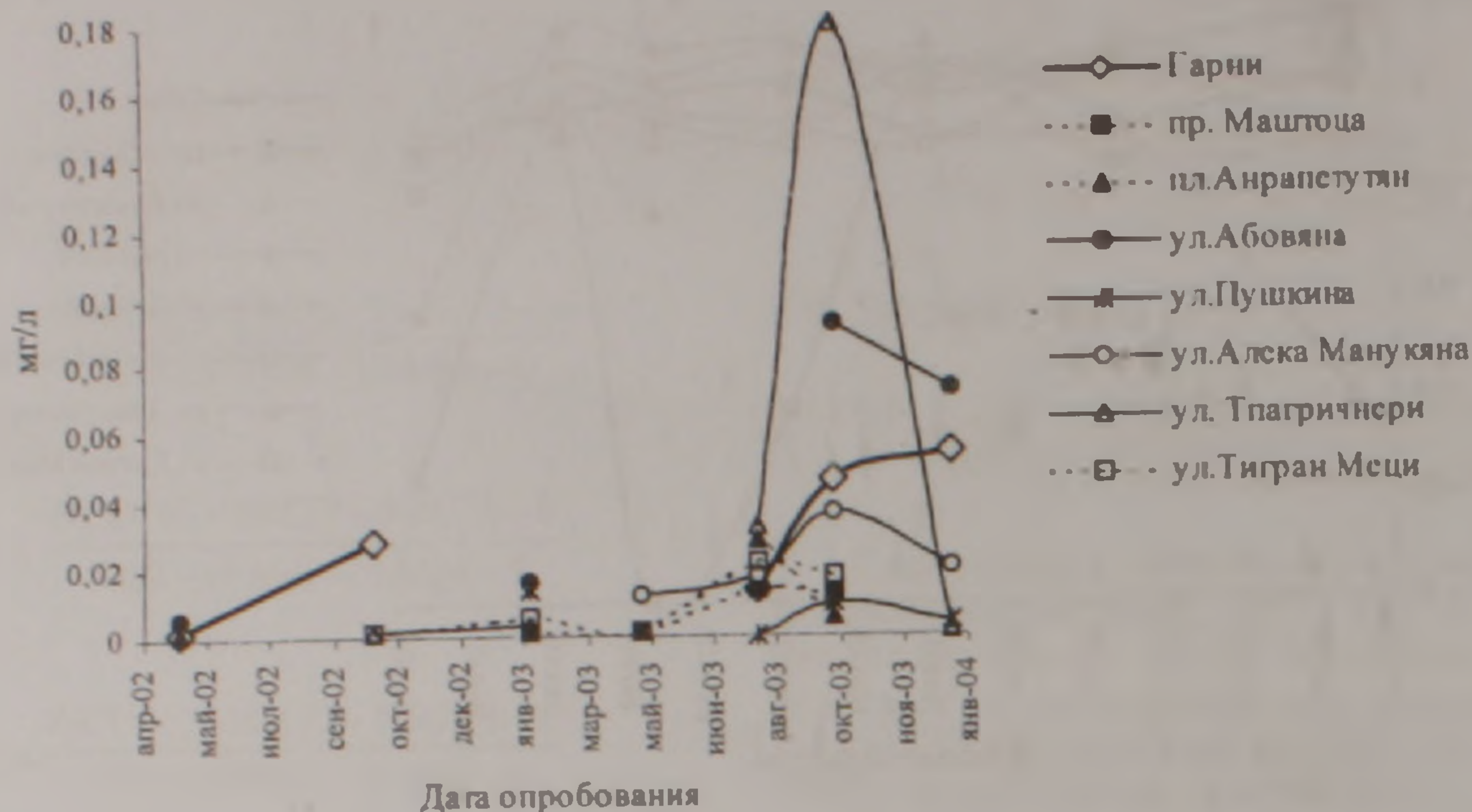
Cu



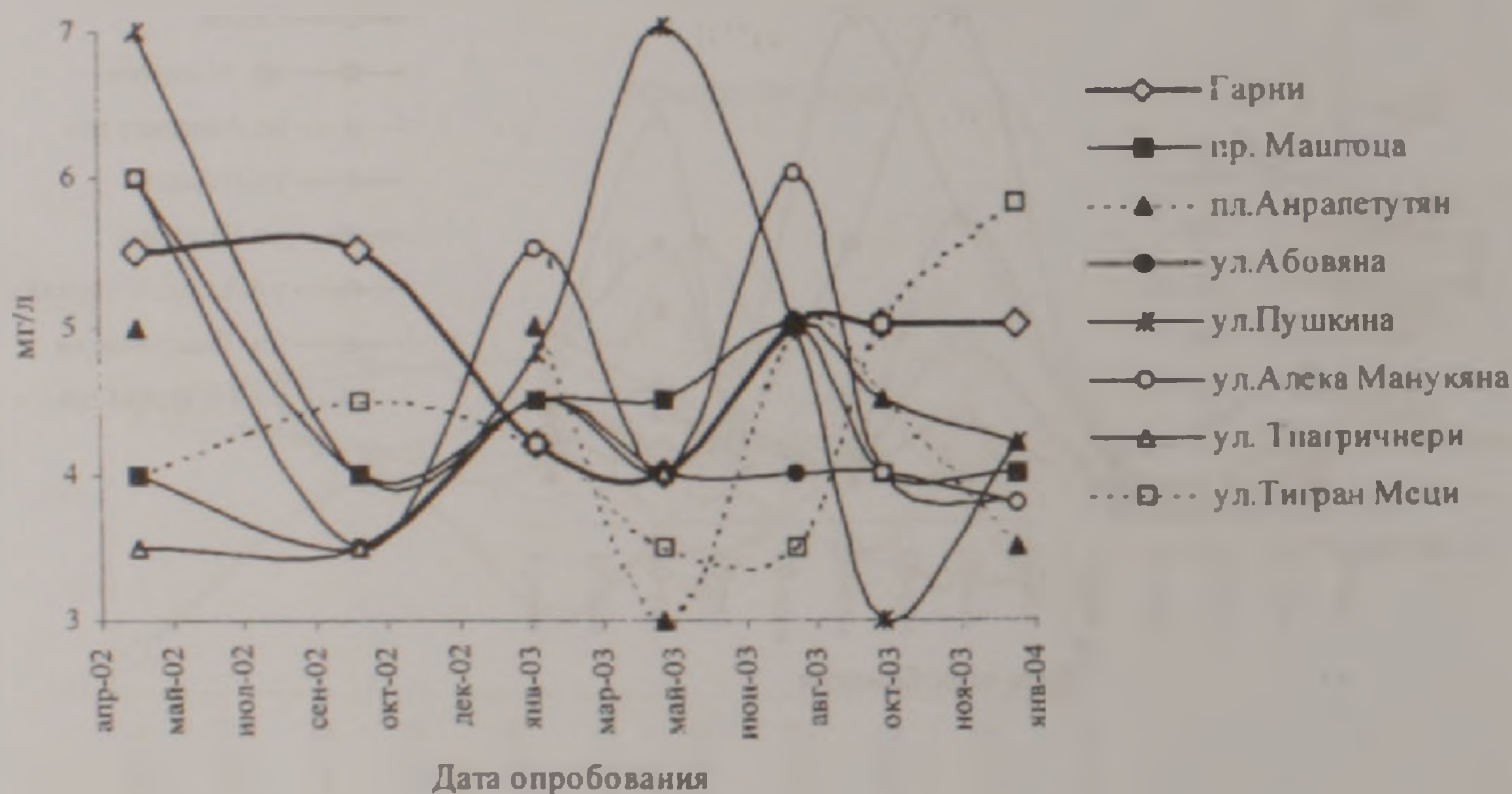
Pb



Zn



NO₃⁻



NO₃⁻ — конечного продукта окисления азота, но они намного ниже ПДК.

Установленные в стандартах предельно допустимые концентрации определяют только верхний предел содержания того или иного элемента с точки зрения безопасности его влияния на организм. В разных странах значения ПДК по многим показателям различаются. Благоприятное влияние на организм человека оказывает наличие элементов в питьевых водах в некотором диапазоне содержаний. Но негативные последствия вызывают не только избыточные концентрации отдельных элементов, но и их дефицит. Несмотря на это, нижние пределы необходимых содержаний химических элементов в водах в действующих стандартах до сих пор не установлены.

Например, для наших вод характерно отсутствие (не обнаружение) йода.

По А.П.Виноградову, основным источником

йода природных вод является океан, откуда он может извлекаться разными способами. Один из этих способов — переход йода в атмосферу и поступление в почвы и растения вместе с атмосферными осадками. Йод легко адсорбируется органическими веществами и минеральными коллоидами почв, и в них йода обычно в несколько раз больше, чем в породах, на которых они образовались. Из почв йод извлекается подземными и поверхностными водами.

Одновременно известно, что заболевания, связанные с нехваткой йода в почвах, распространены в горных районах, особенно отдаленных от океана.

В связи с этим возникает необходимость выработки для питьевых вод Республики Армения допустимых норм с учетом не только ПДК, но и значений минимально необходимых концентраций (МНК) элементов и содержаний.

В гидрогеохимической лаборатории Инсти-

тута геологических наук НАН РА в течение последних лет проводится мониторинг по некоторым пресным питьевым водам. В результате создается банк данных, который может служить основой для разработки и установления стандартов (ПДК и МНК), определяющих качество питьевых вод по степени их пригодности по гидрогеохимическим характеристикам для использования в питьевых целях.

Таким образом, полученные данные по исследованным элементам показывают, что:

– Гидрогеохимические показатели гарнийских питьевых вод устойчивы во времени и пространстве.

– Гарнийские питьевые воды, поступающие в г. Ереван, являются пресными, мягкими, хорошего вкуса, принадлежат гидрокарбонат-хлоридному, кальций-натриевому классу, с минерализацией до 200 мг/л и pH=7,0. Повышенные содержания микросоставляющих и биогенных показателей не фиксируются.

– Гарнийские воды, исходя из гидрохимического состава и физических свойств, которые

в естественных условиях отвечают требованиям действующих нормативных документов, относятся к питьевым водам обычного качества.

ЛИТЕРАТУРА

Аветисян В.А., Балян С.П., Месропян М.М., Сарларов Э.И. Гегамский хребет. В кн. "Геология Армянской ССР", т. VIII. "Гидрогеология". Ереван: Изд. АН АрмССР, 1974, с. 130-150.

Крайнов С.Р., Швен В.М. Геохимия подземных вод хозяйственно-питьевого назначения. М.: Недра, 1987, 237 с.

Самарина В.С. Гидрогеохимия. Л.: Изд. Ленинградского университета, 1977, 359 с.

Резников А.А., Муликовская Е.П., Соколов И.Ю. Метод 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.

ԳԱՌՆՈՒ ԽՍՆՆՈՒ ՋՐԵՐԻ ՈՐՈՇ ՀԻԳՐՈԵԿԻՄԻԱԲԻՄԱՎԱՆ ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԻ ՍԱՍԻՆ

Հ. Վ. Շահինյան, Տ. Ն. Կյուրեղյան, Է. Ս. Խալատյան, Լ. Ա. Գրիգորյան

Ա Ն Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հոդվածում ներկայացված են վերջին երկու տարիների ընթացքում Գառնու ջրահավաքի և այդտեղից Երևանի կենտրոնական որոշ շրջաններին մատակարարվող խմելու քաղցրահամ ջրերի հիդրոեկրաքիմիական ուսումնասիրությունների արդյունքները: Հաստատված է, որ այդ ջրերը, ըստ ընդունված դասակարգման, քաղցրահամ են, փափուկ պատկանում են հիդրոկարբոնատ-քլորիդային, կալցիում-մատրիումային դասին և իրենց հիդրոքիմիական բնութագրերով բավարարում են խմելու ջրերին ներկայացվող պահանջներին:

ON SOME HYDRO-GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF DRINKING WATERS FROM GARNI

H. V. Shahinyan, T. N. Kyureghyan, E. S. Khalatyan, L. A. Grigoryan

Abstract

The article presents results of hydro-geochemical studies of the composition of fresh drinking waters of Garni that are used for water supply to the Yerevan city, as well as the outcome of the study of composition the same waters have at user's point. Composition and physical properties of these waters have been monitored for 2 years and mostly meet the requirements of the international normative documents currently in force, which gives grounds to relate the water to the category of normal quality drinking water.