

## ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ И ВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОД РЕКИ РАЗДАН В ПРЕДЕЛАХ ГОРОДА ЕРЕВАНА

© 2003 г. А. К. Сагателян, М. А. Налбандян, Л. П. Григорян

Центр эколого-ноосферных исследований НАН РА  
375001, Ереван, ул. Абовяна, 68, Республика Армения  
E-mail: [ecocentr@sci.am](mailto:ecocentr@sci.am) [ramelk@sci.am](mailto:ramelk@sci.am)  
Поступила в редакцию 05.04.2003 г.

Объектом исследования являлись воды реки Раздан. Цель изучения - определение характера и уровня загрязнения реки на территории города, изменения химического состава и гидрохимического стока по протяжению и во времени. Базой для исследований служили данные ежемесячного мониторинга качества вод за 2001 г. В ходе анализа исследовались закономерности динамики содержания основных ионов, тяжелых металлов, биогенных веществ. Дана оценка ирригационных свойств воды в настоящее время. Проведен сравнительный анализ качественного ряда геохимического потока за 1998-2001 гг.

Качество речных вод является важной характеристикой экологического состояния реки и водосборного бассейна в целом.

Оно в значительной мере определяет условия водопользования, тем самым обуславливая актуальность гидрохимических исследований, в том числе исследований закономерностей изменения химического состава речных вод и гидрохимического стока по территории и во времени. В данной работе отражены результаты исследований в бассейне реки Раздан, который находится под активным воздействием антропогенных факторов.

Река Раздан - водный объект Армении хозяйственного, культурно-бытового и рыбохозяйственного пользования. Река вытекает из озера Севан, течет в западном направлении до села Джрарат, затем в юго-западном - до г. Еревана, пересекает Араратскую долину и, достигая реки Аракс, впадает в нее на высоте 820 м. Длина реки - 141 км, площадь водосборного бассейна - 2560 км<sup>2</sup>. Средний многолетний расход реки - 16,3 м<sup>3</sup>/с, годовой сток - 526 млн. м<sup>3</sup> [1]. В черте города ее длина составляет 32 км, слой стока (Н) - 56 мм, модуль стока (М) - 1,78 л/с км<sup>2</sup>, объем стока (W) - 0,11 км<sup>3</sup>.

### Материал и методы исследований

Исследования проводились по семи мониторинговым пунктам пробоотбора (рис. 1). В расчетах использовались среднемесячные значения определяемых веществ за 2001 год. Исследования велись также в пункте р. Раздан - ст. Масис. Пробы воды отбирались на стрежне потока с глубины 0,2-0,5 м от поверхности. Воду сливали в полиэтиленовую тару и без консервации доставляли в лабораторию [4]. Пробоотбор осуществлялся по протяжению реки, а также из Ереванского водохранилища в основные гидрологические фазы (весеннее половодье - летне-осенняя межень - зимняя межень).

В пробах определялись концентрации основных ионов, биогенных элементов, тяжелых металлов (взвешенная и растворимая формы). Разделение проб на взвешенную и растворимую части проводили фильтрацией пробы через фильтр с диаметром пор 0,45 мкм.

Содержание металлов в пробах определялось атомно-абсорбционным методом.

Основные ионы и биогены определялись спектрофотометрическим, атомно-абсорбционным методами, а также титрованием [2].

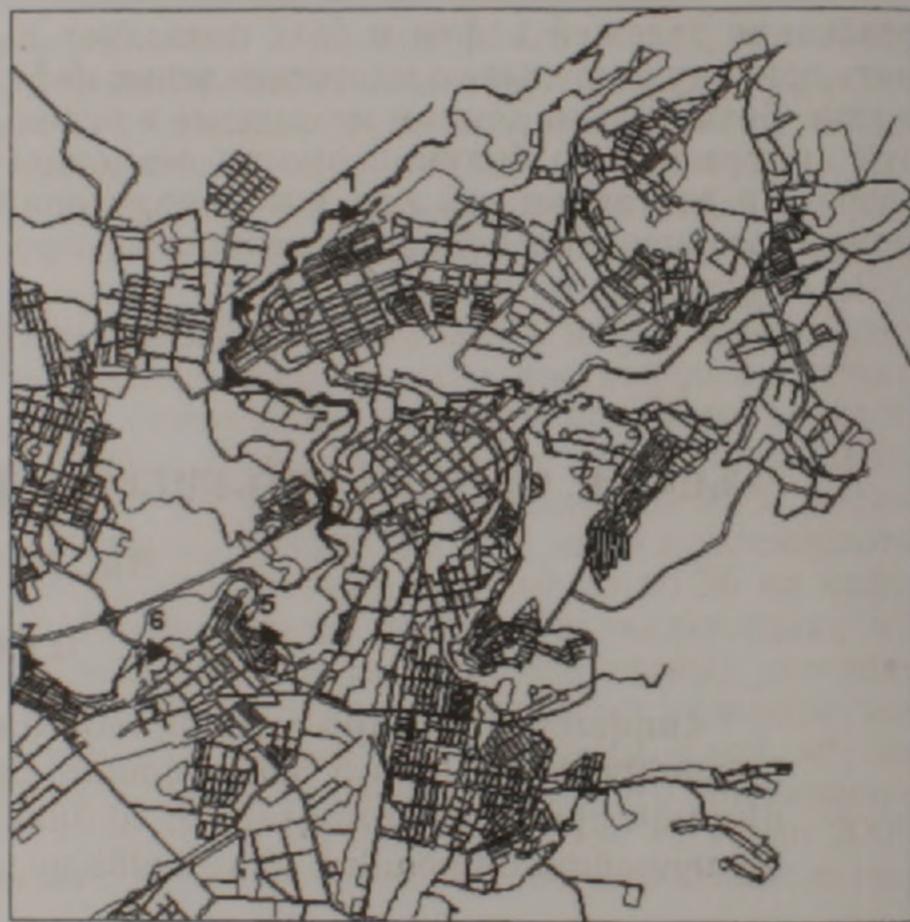


Рис. 1. Схема расположения пунктов мониторинга на р. Раздан (в черте г. Еревана). Условные обозначения: ◀ - Пункты мониторинга (отбора проб). 1. Ул. Раздана (выше Ереванского вдхр.). 2. Ереванское водохранилище. 3. Ниже станции очистки "Аэрация" 50 м. 4. У Давидашенского моста. 5. Выше Киевского моста (650 м). 6. У Киевского моста. 7. У моста Победы

В пробах определялись концентрации основных ионов, биогенных элементов, тяжелых металлов (взвешенная и растворимая формы). Разделение проб на взвешенную и растворимую части проводили фильтрацией пробы через фильтр с диаметром пор 0,45 мкм.

Содержание металлов в пробах определялось атомно-абсорбционным методом.

Основные ионы и биогены определялись спектрофотометрическим, атомно-абсорбционным методами, а также титрованием [2].

В расчетах использованы данные, предоставленные Армгидрометом по количественным характеристикам воды для гидростов р. Раздан – г.Ереван, выше водохранилища и р.Раздан – ст.Масис.

### Результаты исследования

**Общие показатели.** В исследуемом отрезке реки Раздан воды преимущественно гидрокарбонатно-сульфатные (табл.1), рН колеблется в пределах 7,7-9,6. Жесткость воды равна 3,8-4,0 мг-экв./л. Сток реки зарегулирован, используется в хозяйственных целях в течение всего года.

Таблица 1

Минерализация вод реки Раздан (мг/л)

Пункт наблюдения	Месяцы									Ср. год
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
г. Ереван – выше водохранилища	577,2	712,6	635,7	848,6	417,7	474,9	862,5	645,2	593,6	640,8
Ст. Масис	612,1	815,4	565,2	620,5	449,6	625,2	909,6	692,5	729,9	668,9

Как показывают данные табл. 2, расход химических элементов изменяется в течение года и находится в прямой зависимости от объема воды. Так, в черте города, в частности, выше водохранилища максимальные химические расходы наблюдаются осенью, тогда как за пределами города ниже по течению максимум приходится на весенний период и совпадает с периодом половодья.

Ионный сток в пределах г. Еревана составляет 4,9 т/год, у ст. Масис – 39,1 т/год.

Таблица 2

Среднемесячные и среднегодовые расходы воды (м<sup>3</sup>/с) и химических элементов (г/с) р. Раздан

Пункт наблюдения		Месяцы									Ср. год
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
г. Ереван – выше водохранилища	Q воды	2,56	2,64	2,54	2,71	3,98	4,14	3,32	3,41	3,43	3,58
	Q хим. элем.	0,96	1,88	1,61	2,29	1,66	1,96	1,86	2,20	2,04	1,94
Ст. Масис	Q воды	27,6	25,3	14,8	16,9	19,9	20,3	21,8	28,7	24,6	21,4
	Q хим. элем.	16,9	20,6	8,4	10,5	8,9	12,7	19,8	19,9	18,0	15,1

Характеризуя воду по общей минерализации, необходимо оценить также степень пригодности ее для орошения, что выражается в показателях ирригационных свойств. В пределах Ереванской городской агломерации для периода апрель-декабрь 2001 г. ирригационный коэффициент  $K_{и}$

составил 22,7. Согласно принятой классификации [3] вода с такой щелочной характеристикой относится к удовлетворительной.

Однако определение пригодности воды для орошения по минерализации дает лишь ее общую характеристику. Учитывая, что р. Раздан на данном исследуемом участке находится не только под влиянием природных, но и многих антропогенных факторов, для полноценной характеристики ее ирригационных свойств необходима оценка других качественных показателей воды, в частности, количества и состава биогенных веществ, тяжелых металлов и т.д.

**Содержание тяжелых металлов.** В результате исследований содержания ТМ в воде р. Раздан выявлена сезонная динамика в основные гидрологические фазы (рис.2). Для таких элементов как свинец, железо, титан, никель характерна тенденция спада их содержания в воде от весеннего половодья к летне-осенней межени и роста к зимнему сезону. Молибдену и меди свойственно увеличение концентрации от весеннего периода к летне-осеннему и незначительное уменьшение – к зиме. Анализ имеющейся информации позволил установить, что в период весеннего половодья чаще отмечаются высокие содержания ванадия, в летне-осенний – марганца, меди, хрома, цинка, в зимний – железа, свинца, титана и никеля. Интересно, что ряд аналогичных закономерностей выявлен при исследовании вод р. Томи в створе г. Томска [5].

На качественный состав вод р. Раздан существенное влияние оказывают воды р. Гетар – одного из притоков реки, протекающего по территории г. Еревана. Содержание ТМ в ней не превышает допустимых концентраций. Определенную тревогу вызывают обнаруженные в р. Гетар высокие концентрации хлоридов (до 300 мг/л) и бора (до 200 мг/л), так как делают ее токсически опасной.

Таблица 3

Изменение качественных и количественных показателей геохимического потока в воде р. Раздан за 1998 – 2001 гг.

Год	Качественный ряд геохимического потока	Интенсивность потока
1998	$Pb_{(1020)}-Cu_{(930)}-Cr_{(890)}-Mo_{(750)}-Ag_{(150)}-Ni_{(80)}-Co_{(14,0)}$	3827
1999	$Pb_{(760)}-Cr_{(140)}-Ag_{(106)}-Ni_{(21)}-Mo, Cu_{(3)}$	1033
2000	$Pb_{(60)}-Ag_{(60)}-Cr_{(37)}-Ni_{(6,1)}-Mo_{(5)}-Cu_{(2)}$	170
2001	$Ag_{(43)}-Cr_{(21)}-Pb_{(17)}-Mo_{(11)}-Cu_{(3,2)}-Ni_{(2)}$	98

Анализ содержания ТМ по сравнению с периодом 1998–2000 гг. показал наблюдающуюся тенденцию уменьшения их концентраций (табл.3). В то же время необходимо отметить изменение не только количественного, но и качественного состава геохимического потока.

**Содержание биогенов.** В черте города Еревана содержания нитратов ( $NO_3^-$ ), фосфатов ( $PO_4^{3-}$ ) и аммонийного азота ( $NH_4^+$ ) – в пределах допустимых норм и в среднем за год составляют

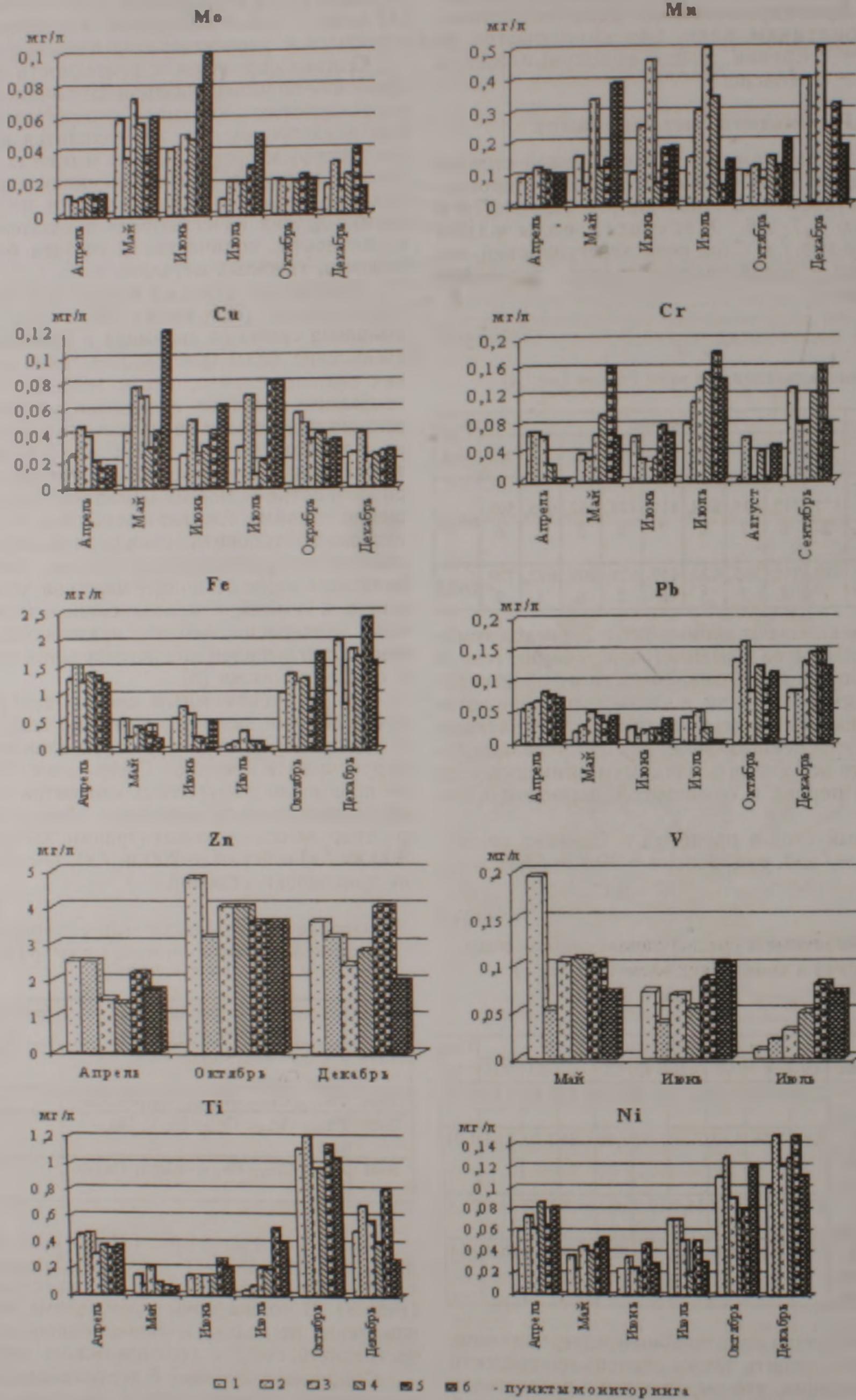


Рис. 2. Сезонная динамика содержания ТМ (мг/л) в различных пунктах мониторинга р Раздан

соответственно 8,1 мг/л, 0,4 мг/л и 0,27 мг/л. Данные величины являются превышением над фоновыми для нитратов – в 6-7 раз, аммонийного азота – в 3-4 раза, фосфатов – 1,5 – 2 раза. При выходе же из города (пункт 7 – ниже неработающей станции очистки "Аэрация") резко возрастает их содержание, а концентрация аммонийного азота даже превышает ПДК в среднем за год в 3 раза.

### Выводы

1. В результате исследований определены закономерности зависимости расхода химических элементов от объема воды, а также их изменчивость как по территории, так и во времени.

2. На исследованном участке реки установлено значительное антропогенное влияние на качественный состав вод реки. Оно выражается в многократном, по сравнению с фоновым, повышении содержания нитратов, аммонийного азота, а также ряда микроэлементов, в частности, свинца, никеля, цинка, меди и других, имеющих техногенное происхождение. Данный факт является отражением того, что на территории города сформирована техногенная геохимическая ассоциация, представленная преимущественно элементами, чуждыми природному гидрохимическому ланд-

шафту.

3. Зафиксировано уменьшение загрязнения воды в 2001г. и изменение его специфики, обусловленные некоторым спадом в одних отраслях промышленности и ростом в других, а также рядом мероприятий, направленных на охрану окружающей среды. Так, например, уменьшение содержания свинца связано с запретом с 2000г. ввоза в республику этилированного бензина.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Оганян К.О. Реки и озера Армянской ССР. Ереван: 1961, 327 с.
2. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Под ред. проф. А.Д. Семенова. Л.: Гидрометеониздат, 1977, 532 с.
3. Радлов А.С., Пустой И.В., Корольков А.Р. Практикум по агрохимии. 1990, 375 с.
4. Методические указания гидрометеорологическим станциям и постам по отбору, подготовке проб воды на химический и гидробиологический анализ. М.: 1983, 23 с.
5. Савичев О.Г. Пространственные и временные изменения химического состава речных вод бассейна средней Оби. География и природные ресурсы, N2, 2000, с.60-65.

## ԵՐԵՎԱՆ ՔԱՂԱՔԻ ՏԱՐԱԾՔՈՒՄ ՀՐԱԶԴԱՆ ԳԵՏԻ ՋՐԵՐԻ ՈՐԱԿԻ ՏԱՐԱԾԱԿԱՆ ԵՎ ԺԱՄԱՆԱԿԱՅԻՆ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ա. Կ. Սաղաթելյան, Մ. Ա. Նալբանդյան, Լ. Պ. Գրիգորյան

### Ա մ փ ո փ ու մ

Հետազոտությունների արդյունքում պարզաբանվել են հիդրոլոգիական պայմաններից կախված հիդրոքիմիական բնութագրիչների օրինաչափությունները: Գետի ողջ հատվածում գրանցվել է ջրի որակի վրա զգալի անթրոպոգեն ազդեցություն: Բացահայտվել են ինչպես ծանր մետաղների, այնպես էլ բիոգենների բարձր խտություններ: Հաշվարկվել է իրիգացիայի գործակիցը, որի համաձայն գետի ջրերը գնահատվում են որպես բավարար: Պարզաբանված են ջրի աղտոտման առանձնահատկությունները: Համեմատած նախկին տարիների հետ, 2001 թվականին գրանցվել է ընդհանուր աղտոտման նվազեցում:

## SPATIAL AND TEMPORAL CHANGES OF THE HRAZDAN RIVER WATER QUALITY WITHIN THE CITY OF YEREVAN

A. K. Saghatelyan, M. A. Nalbandyan and L. P. Grigoryan

### Abstract

Waters of the Hrazdan River represent the subject of this study. The purpose of the study was to define the character and rate of river contamination within the city area, and trace changes of chemical composition and hydrochemical flow both in space and in time. The research was based on the monthly data of water quality monitoring for 2001. In the course of the analysis, we studied regularities of content dynamics for main ions, heavy metals, and biogenic substances. An estimate of present-day irrigation properties of the water is provided. A comparative analysis of the geochemical flow quality series for 1998-2001 was performed.