

ОСНОВНЫЕ ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МАЛЫХ РЕК ГОРОДА ГЮМРИ

О.А. Беляева¹, Л.В. Саакян¹, М.О. Кафян¹, Г.Г. Бабаян², А.К. Сагателян¹

¹Центр экологоноосферных исследований НАН РА

²ЗАО "Армводоканал"

Обобщены результаты определений основных гидрохимических показателей малых городских рек г. Гюмри РА. Изучены распределение физико-химических показателей, солевой состав и содержания тяжёлых металлов по рекам Кумайри, Дзорджур, Джаджур, Горгоби. Качество воды рек оценено по каждому из изученных показателей с использованием экологических норм. Определены классы качества воды. Выделены наиболее загрязнённые реки и участки рек.

Ключевые слова: городские реки, гидрохимические показатели, источники загрязнения воды, оценка качества воды.

Введение. Оптимальное решение задач, стоящих перед водным хозяйством страны, невозможно без объективной информации о качественных характеристиках водных ресурсов. Это в первую очередь можно отнести к городским рекам, которые в большей степени подвергаются постоянному антропогенному воздействию города.

Город Гюмри с населением более 140 тысяч человек расположен в бассейне малых рек – притоков трансграничной реки р. Ахурян, вода которой широко используется для орошения и гидроэнергетики. Гюмри является наиболее крупным точечным источником загрязнения р. Ахурян: городские реки принимают сточные воды выпусков канализационных коллекторов, промышленных предприятий, урбанизированных территорий, сельскохозяйственных угодий, животноводческих комплексов. В результате этого качество воды р. Ахурян на выходе из г. Гюмри значительно ухудшается [1, 2].

Исходя из вышесказанного, целью настоящей работы является изучение основных гидрохимических показателей поверхностных вод г. Гюмри для характеристики их загрязнённости и оценки качества воды.

Схема исследований включает следующие этапы: 1) изучение территории города и источников загрязнения воды; 2) выбор пунктов отбора проб и гидрохимических показателей; 3) отбор проб, получение и обработка гидрохимических данных; 4) сравнение их с экологическими нормативами; 5) определение класса качества воды.

Материалы и методы исследования. Протекающие по территории г. Гюмри притоки р. Ахурян – это реки Кумайри, Дзорджур, Горгоби, Джаджур. Городские водотоки малые и горные: длина наиболее крупной из них – р. Джаджур – составляет 33,5 км, площадь – 43 км², средний расход – 0,31 м³/с. Гидрологический режим рек характеризуется весенними половодьями (в связи с таянием снегов и сильными осадками, которые, как правило, приходятся на май месяц) и устойчиво низким уровнем воды летом и зимой. Территория отличается горным континентальным климатом и выраженным высокогорным рельефом (средняя высота над уровнем моря составляет 2010 м) [3].

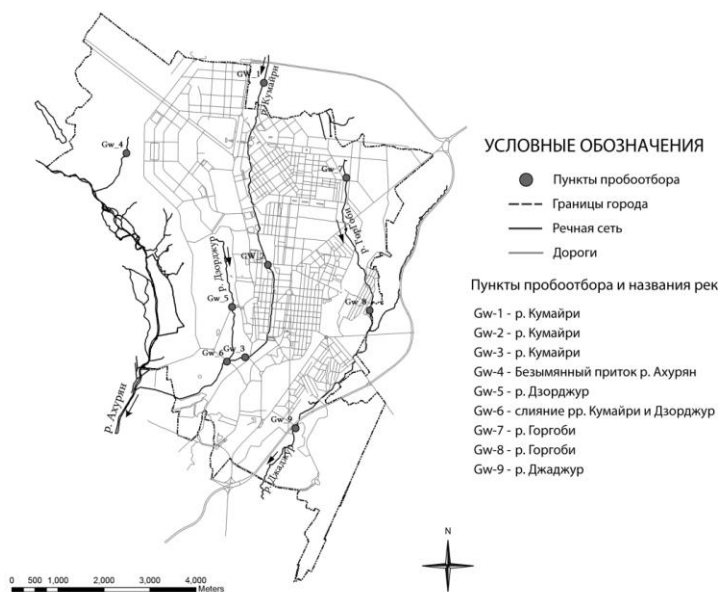


Рис. 1. Гидрографическая сеть и пункты отбора проб воды

Гидрографическая сеть города и места отбора проб воды приведены на рис. 1. В качестве пунктов отбора проб выбраны места на входе и выходе на территорию города, а также наиболее загрязнённые участки рек, в качестве приоритетных показателей – главные ионы и тяжёлые металлы.

Отбор, обработка и консервация проб проводились в августе 2013 г., согласно разработанной в соответствии с требованиями международных стандартов собственной операционной процедуре (SOP EGD-07). Пробоотборники, пластиковые бутылки (HDPE) для отбора проб воды промывались дистиллированной водой за день до полевых работ.

Замеры физико-химических показателей воды были выполнены *in situ* с использованием портативных анализаторов воды Horiba U-10, HACH sensION. Вода для определения тяжёлых металлов отбиралась в бутылки объёмом 0,5 л, консервировалась концентрированной азотной кислотой. Вода для определения содержания основных ионов отбиралась в бутылки объёмом 1 л. Отобранные пробы транспортировались при температуре 4°C.

Воды малых рек г. Гюмри анализировались в аккредитованной согласно ISO IEC 17025 Центральной аналитической лаборатории Центра эколого-ноосферных исследований, согласно требованиям международных стандартов ISO и ГОСТ. В водах определялись содержания шести основных ионов (Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-) методом атомно-абсорбционной спектрометрии (AAN-1) и титрования, а также концентрации восьми тяжёлых металлов (Hg, Cd, Pb, Zn, Cr, Ni, Mo, Cu) методом атомно-абсорбционной спектрометрии (PerkinElmer Aanalyst 800). Всего проведено 143 определения физико-химических показателей, основных ионов и тяжёлых металлов. Методологической основой для оценки качества природных вод стала действующая в РА с 2011 г. система стандартов, основанная на пяти классах качества воды. Для определения класса воды использовались фоновые концентрации компонентов – экологические нормативы качества воды рек и отдельных участков рек бассейна р. Ахурян – Ахурянского бассейна территориального управления (табл. 1) [4]. Для оценки качества сточных вод использованы нормативы загрязняющих веществ предельно допустимых сбросов (проект ПДС г. Гюмри) и фактических сбросов за 2013 г. [5, 6].

Таблица 1

Рекомендуемая система целевого водопользования или взаимосвязанных классов качества воды для поверхностных вод [4]

Цель/функция		Класс по целям качества воды				
		I	II	III	IV	V
		отличный	хороший	средний	неудов.	плохой
Национальный водный ресурс		√	√	√	√	√
Охрана водотоков		√	√	–	–	–
Функционирование экосистем, рыбоводство/защита	Лососевые	√	√	–	–	–
	Карповые	√	√	√	–	–
Орошение*		√	√	√	√	–
Промышленное водопользование		√	√	√	√	√
Пр-во энергии		√	√	√	√	√

√ - используется; (–) - не используется; (*) - используется для орошения, если величина рН не превышает 8.5, а электропроводность меньше 1000 мкСм/см².

Результаты исследования и их обсуждение. Большинство населения и предприятий города (98%) подключено к системам централизованного водоснабжения. При этом техническое состояние водоотводящей инфраструктуры по-прежнему остаётся катастрофическим: из-за изношенности сетей канализационные сточные воды, которые содержат как коммунально-бытовые, так и промышленные стоки, отводятся в реки в нескольких местах и без очистки.

Сопоставление приведённых в литературе [5-7] фактических нагрузок с их нормативными величинами показало превышение нормативов ПДС по БПК₅ и взвешенным веществам – соответственно в 60 и 4 раза (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительная характеристика ПДС и фактических сбросов загрязняющих веществ, 2013 г.

Загрязняющие вещества, <i>т/год</i>	Норматив ПДС [5]	Фактический сброс [6]	Превышение нормы, раз
БПК5	101,68	159,9	58,22
Взвешенные вещества	205,16	208,87	3,71
Нефтепродукты	1,36	0,0278	–
Аммиак и соли аммония	18,3	15,42	–
Нитриты	2,37	0,242	–
Нитраты	20,7	15,22	–
Сульфаты	223,7	275,88	–
Хлориды	298,3	205,68	–
Медь	0,0068	0,0016	–
Цинк	0,068	0,012	–

Кроме этого, реки загрязняют возвратные воды орошения и поверхностный сток с городских площадок. Загрязнению стоков способствуют накопленный на берегах рек строительный и бытовой мусор, неудовлетворительное санитарно-техническое состояние дорог и городских территорий, неконтролируемое использование удобрений и ядохимикатов, отсутствие зеленых насаждений.

По примерным оценкам (собственным и приведенным в литературе [5-7]), в реки в год поступает (в тоннах): сульфаты – 280; взвешенные вещества – 226; хлориды – 210; БПК5 – 160; аммиак – 35; нитраты – 15; фосфаты – 2,5; нитриты – 0,3; пестициды – 0,25; нефтепродукты – 0,03; цинк – 0,01; медь – 0,002, т.е. фактический сброс загрязняющих веществ выпусков канализационных коллекторов на порядок превышает остальные суммарные сбросы.

Гидрохимические показатели. Температура воды при взятии проб составляла в пределах 25,8...14,7°C; водородный показатель pH – от 6,5 до 9,0; Eh – от +80 до +300 мВ; электропроводность – 396...862 мкСм/см, мутность – 2...168 NTU. В реках достаточно благоприятные кислородные условия по содержанию растворенного кислорода: $\geq 8,12$ мгО₂/л и сравнительно низкая общая минерализация воды – от 262,7 до 435,7 мг/л.

Распределение основных физико-химических показателей по станциям отбора проб воды приведено на рис. 2.

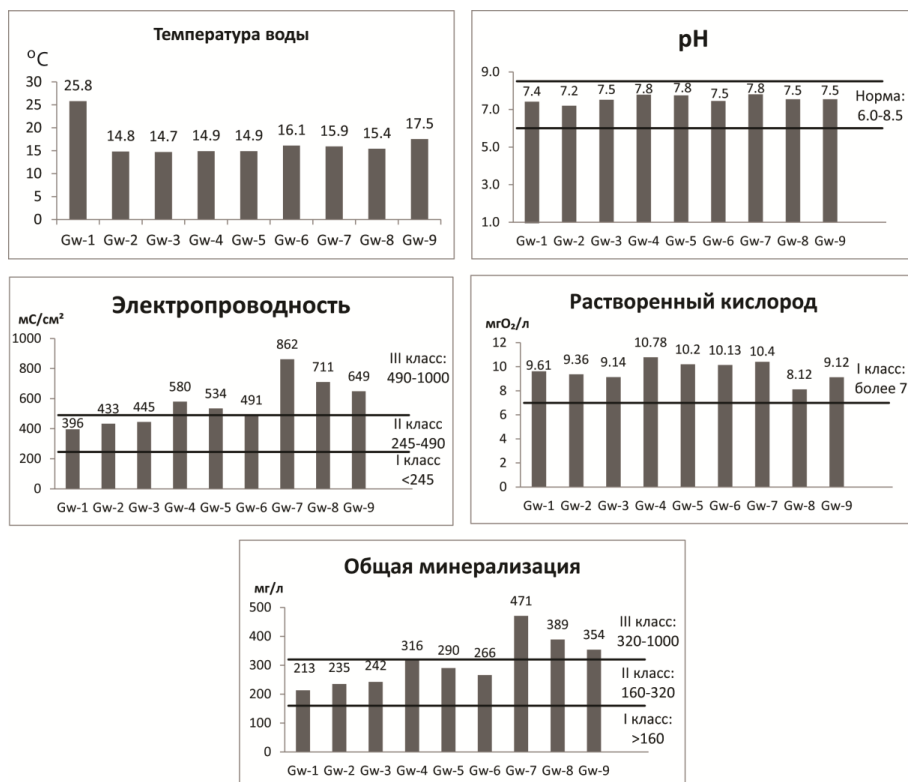


Рис. 2. Распределение концентраций основных физико-химических показателей по станциям отбора проб воды

Повышенные значения температуры по отношению к другим пунктам отбора проб воды отмечены в Gw-1; значения электропроводности и минерализации – Gw-7, Gw-8, Gw-9; мутности – Gw-1 и Gw-6. Исходя из ограниченного числа взятых проб, трудно объяснить превышение концентрации того или другого показателя и соответственно выделить наиболее загрязнённые реки или участки рек. Однако можно утверждать, что такое увеличение – результат локального загрязнения воды.

Солевой состав воды рек в основном гидрокарбонатно-кальциевый. Исключение составляет гидрокарбонатно-натриевый состав воды рр. Горгоби (Gw-8) и Джаджур. Вторыми по процентному содержанию к сумме анионов являются хлориды, а к сумме катионов – магний. Концентрация гидрокарбонатов составляла 192,8...292,8 мг/л, хлоридов – 15,6...32,62 мг/л, сульфатов – 4,8...26,4 мг/л, кальция – 34,10...70,80 мг/л, магния 4,86...13,37 мг/л, натрия – 22,4...62,2 мг/л. Вода рек достаточно мягкая: величина общей жёсткости не

превышала 3,53 мг-экв./л. Наибольшие концентрации гидрокарбонатов отмечены в пунктах Gw-7 и Gw-4, хлоридов – Gw-8 и Gw-9, сульфатов – Gw-7, общей жёсткости – Gw-5 и Gw-7.

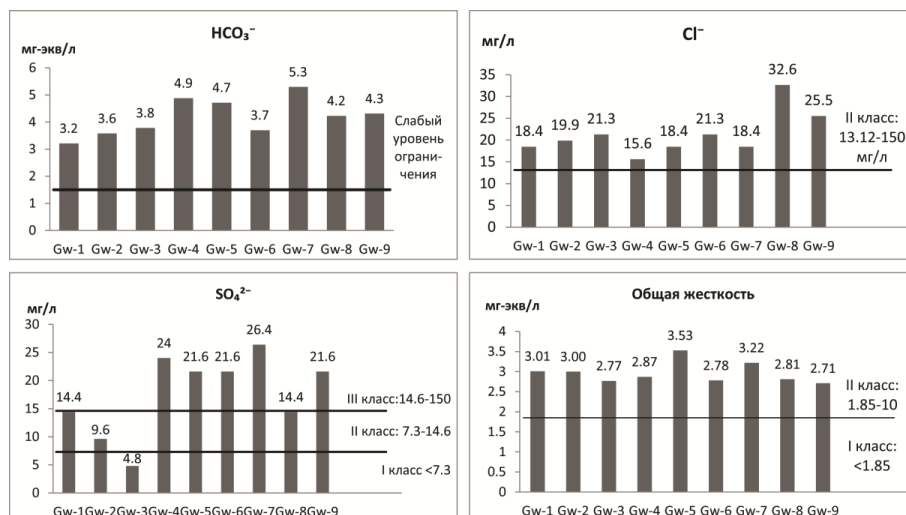


Рис. 3. Распределение концентраций показателей солевого состава по станциям отбора проб (г. Гюмри)

Для ионов солевого состава также трудно выделить наиболее загрязнённую реку или участок реки (рис. 3). Однако следует отметить, что для солевого состава всех природных вод региона в местах их формирования характерен следующий ряд анионов: гидрокарбонаты > сульфаты > хлориды и катионов: кальций > магний > натрий. И поскольку полученные результаты не всегда соответствуют такому распределению, можно отметить антропогенный характер преобладания в солевом составе воды хлоридов над сульфатами и натрия над кальцием вниз по течению рек.

Из изученных тяжёлых металлов концентрация цинка составляла 8,17...62,47 мкг/л, а меди – 7,5...15,84 мкг/л. Содержание ртути во всех пробах было ниже предела обнаружения – 0,6 мкг/л. Кадмий обнаружен в пунктах Gw-1, Gw-6, Gw-8 и Gw-9 (<0,09 мкг/л); свинец – Gw-1, Gw-3 и Gw-6 (<1,84); никель – Gw-1, Gw-6, Gw-9 (<4,61); молибден Gw-5, Gw-7, Gw-8 и Gw-9 (<7,97) (рис. 4).

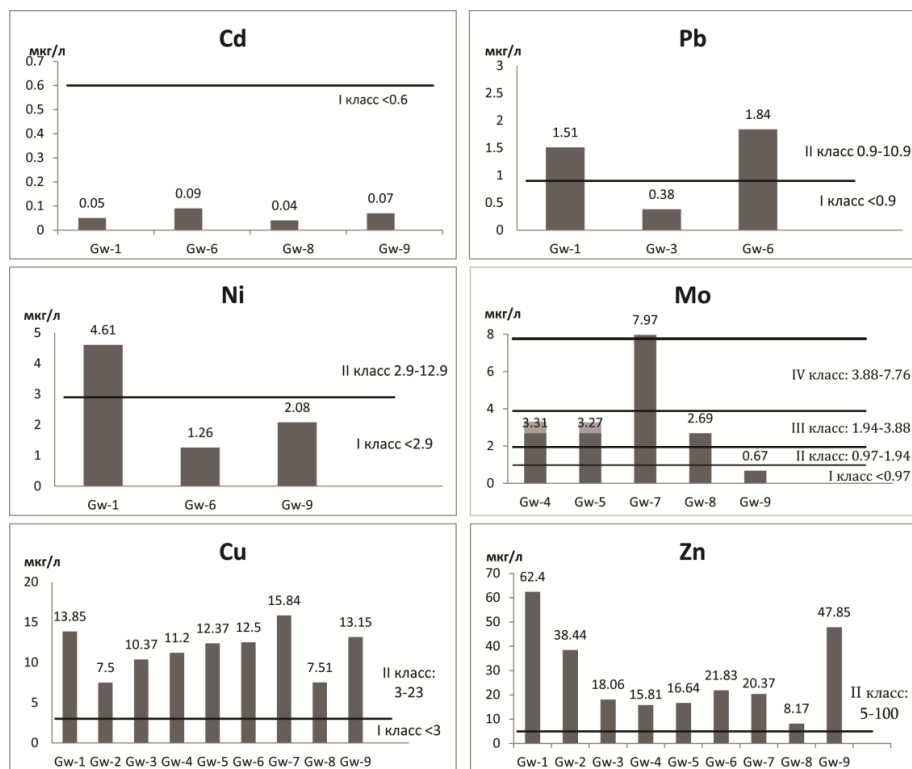


Рис. 4. Распределение концентраций обнаруженных тяжёлых металлов по станциям отбора проб вод

Для тяжёлых металлов, в отличие от остальных изученных гидрохимических показателей, возможно выделить наиболее загрязнённые реки или участки рек. Наиболее загрязнённой является вода в месте слияния рр. Кумайри и Джорджур и в р. Кумайри, а наиболее чистой – в безымянном притоке р. Ахурян – Gw-4. При этом последний расположен несколько в стороне от основной гидрографической сети города (рис. 1), т.е. он в меньшей степени подвергается антропогенному воздействию.

Оценка класса воды по гидрохимическим показателям. Сопоставление полученных концентраций с экологическими нормативами качества воды рек и отдельных участков рек бассейна р. Ахурян – Ахурянского бассейна территориального управления – и последующая классификация воды по гидрохимическим показателям приведены в табл. 3.

Первый отличный и второй хороший классы качества воды для большинства изученных рек и участков рек классифицированы по основным

физико-химическим показателям и показателям солевого состава. Из изученных тяжёлых металлов содержание кадмия соответствует первому, содержание свинца и никеля – первому и второму, а содержание цинка и меди – второму классу качества воды.

Таблица 3

Классификация качества воды [5] рек и участков рек г.Гюмри

Показатель / Ион / Элемент	Пункт отбора проб								
	Gw-1	Gw-2	Gw-3	Gw-4	Gw-5	Gw-6	Gw-7	Gw-8	Gw-9
	Кумайри	Кумайри	Кумайри	безымянный приток	Дзорджур	рр. Кумайри	Горгоби	Горгоби	Джаджур
Минерализация	II	II	II	II	II	II	III	III	III
Электропроводность	II	II	II	II	II	II	III	III	III
Растворенный кислород	I	I	I	I	I	I	I	I	I
pH	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Cl ⁻	III	III	III	III	III	III	III	III	III
Сульфаты	II	II	I	III	III	III	III	II	III
Общая жесткость	II	II	II	II	II	II	II	II	II
Cd	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Pb	II	I	I	I	I	II	I	I	I
Ni	II	I	I	I	I	I	I	I	I
Mo	I	I	I	II	II	I	IV	I	I
Cu	II	II	II	II	II	II	II	II	II
Zn	II	II	II	II	II	II	II	II	II

Третий средний класс воды характерен для следующих показателей:

- хлориды – во всех пробах воды;
- минерализация и электропроводность – р. Горгоби (Gw-7, Gw-8) и р. Джаджур (Gw-9);
- сульфаты – р. Дзорджур (Gw-4, Gw-5), место слияния рр. Кумайри и Дзорджур (Gw-6), рр. Горгоби (Gw-7) и Джаджур (Gw-9).

Четвёртый неудовлетворительный класс воды отмечен для молибдена в р. Горгоби (Gw-7), который уже в следующем пункте вниз по течению реки (Gw-8) переходит во второй - хороший класс качества воды.

Сравнительно высокое содержание мутности воды наблюдается в рр. Кумайри (Gw-1) и Джаджур (Gw-9). Для этого показателя нет экологических норм, а их сопоставление с нормами питьевой воды показало превышение концентраций в 65 и 37 раз соответственно.

Выводы. В черте города на формирование качества воды поверхностных вод г. Гюмри определяющее влияние оказывают сточные воды выпусков канализационных коллекторов. Поступление в реки загрязняющих веществ с поверхностным стоком, образующимся на городских территориях и обратных вод орошения, значительно ниже.

Среди изученных гидрохимических показателей в наибольшей степени вода рек загрязнена взвешенными веществами, хлоридами, сульфатами. Отмечены сравнительно высокие значения минерализации. Четвёртый класс качества воды характерен только для молибдена в пункте Gw-7 р. Горгоби. В остальных случаях вода среднего качества. Наиболее загрязнёнными реками и участками рек являются пункты Gw-9 – р. Джаджур и Gw-7 – р. Горгоби.

Результаты исследования, представленные в статье, получены в рамках проекта “Определение эколого-геохимических особенностей города Гюмри” (грант №13-1E220) при финансовой поддержке Государственного комитета по науке Министерства образования и науки РА.

Литература

1. Գյումրու քաղաքապետարանի պաշտոնական կայք, <http://www.gyumricity.am/>
2. ՀՀ Բնապահպանության նախարարության Շրջակա միջավայրի վրա ներգործության մոնիտորինգի կենտրոն, պաշտոնական կայք, <http://www.armmonitoring.am/>
3. Европейская экономическая комиссия. Оценка состояния трансграничных рек, озер и подземных вод, впадающих в Каспийское море. <http://www.unesco.org/env/documents/2011/wat/WG2/unofficial>
4. ՀՀ Կառավարության որոշում N 75-Ն առ 27 հունվարի 2011 թ. «Կախված տեղանքի առանձնահատկություններից՝ յուրաքանչյուր ջրավազանային կառավարման տարածքի ջրի որակի ապահովման նորմերը սահմանելու մասին», <http://www.arlis.am/DocumentView.aspx?docID=65705>
5. Շրջակա միջավայրը և բնական ռեսուրսները: Ազգային վիճակագրական վարչության հաշվետվություն 2008-2014, <http://www.armstat.am/am/>
6. «Շիրակ-ջրմուկոյուղի» ՓԲԸ պաշտոնական կայք, <http://shirakjk.am/>
7. **Агабабян К.А., Бабаян Г.Г., Симонян Р.В.** Влияние антропогенных факторов на качество воды: на примере бассейна Ахурянского территориального управления // Вестник Инженерной академии Армении. – 2012. – Т. 10, № 3 – С.658-662.

*Поступила в редакцию 14.08.2015.
Принята к опубликованию 17.12.2015.*

ԳՅՈՒՄՐԻ ՔԱՂԱՔԻ ՓՈՔՐ ԳԵՏԵՐԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՀԻՂՐՈՔԻՄԻԱԿԱՆ ՑՈՒՑԱՆԻՇՆԵՐԸ

Օ.Ա. Բեյլաևա, Լ.Վ. Սահակյան, Մ.Հ. Կաֆյան, Գ.Հ. Բաբայան, Ա.Կ. Սաղաթեյան

Ամփոփվել են Գյումրի քաղաքի փոքր գետերի հիմնական հիդրոքիմիական ցուցանիշների հետազոտությունների արդյունքները: Ուսումնասիրվել են ֆիզիկաքիմիական ցուցանիշների, աղային կազմի և ծանր մետաղների պարունակությունների բաշխվածությունն ըստ Կումայրի, Ձորջուր, Ջաջուռ, Ղորղորի գետերի: Գետերի ջրի որակը գնահատվել է ըստ յուրաքանչյուր ուսումնասիրված ցուցանիշի՝ էկոլոգիական նորմերի կիրառմամբ: Որոշվել է ջրի որակի դասը: Առանձնացվել են առավել աղտոտված գետերն ու գետերի հատվածները:

Առանցքային բառեր. քաղաքային գետեր, հիդրոքիմիական ցուցանիշներ, ջրի աղտոտման աղբյուրներ, ջրի որակի գնահատում:

THE MAIN HYDROCHEMICAL INDICES OF SMALL RIVERS IN GYUMRI

**O.A. Belyaeva, L.V. Sahakyan, M.H. Kafyan, G.H. Babayan,
A.K. Saghatelyan**

The results of determining the main hydrochemical indices of small urban rivers in Gyumri have been generalized. The distribution of physicochemical indices, mineral composition and the heavy metal content in rivers Kumayri, Dzorjur, Jajur, and Ghorghobi have been studied. The river water quality has been assessed according to each of the studied indices, using ecological norms. Water quality has been classified. The most polluted rivers and river sections have been isolated.

Keywords: urban rivers, hydrochemical indices, water pollution sources, water quality assessment.