

## СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НА УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ КУОРТА КИСЛОВДСКА)

© 2011 г. И.С. Помеляко

ООО «Нарзан-гидроресурсы», г. Кисловодск

**Ключевые слова:** курорт, загрязнение, река, тяжелые металлы, превышение ПДК.



В статье приведены данные состояния рек, протекающих по территории курорта федерального значения Кисловодска. Оценены степень и характер их загрязнения. Выявлены и проанализированы основные источники поступления поллютантов в поверхностные водотоки с нанесением их на схему города. Проанализирована динамика резкого ухудшения качества речной воды на примере реки Белой. Установлена антропогенная природа большинства загрязнений.

*«Где пьет толпа, все родники отравлены»*

Ф. Ницше

### Введение

Человек — единственное существо на Земле, чьи отходы хозяйственной деятельности природа не способна переработать без ущерба для экосистемы. На урбанизированных территориях существенно и не в лучшую сторону изменены все природные оболочки среды обитания. Воздушный бассейн, поверхностные и подземные воды, почва, растения — на всем лежит печать бурной деятельности человека. Чем больше людей и чем ниже уровень их развития, тем больше грязи и запустения вокруг. Самые грязные, биологически мертвые реки протекают по территории перенаселенных стран. Река Цитарум, признанная самой грязной рекой в мире, протекает рядом с 9-ти миллионной Джакартой в Индонезии [1]. Второе «почетное» место занимает река Джамна (Ямуна), протекающая по территории 12-ти миллионного Дели. На третьем месте — биологически мертвая река Буриганга, протекающая около столицы Бангладеш 10-ти миллионной Дакки. Следующие в скорбном

списке — реки Хуанхе в Китае и Марилао на Филиппинах загрязненные нефтью, хромом, кадмием, медью и мышьяком.

По данным ВОЗ, около 80 % всех проблем со здоровьем и треть летальных исходов в этих странах, связаны с потреблением грязной воды. «Бери что хочешь, но плати за это сполна» — старинная испанская поговорка, как нельзя более отражает взаимодействие человека и природы ей вторит и закон экологии Б. Коммонера гласящий «ничто не дается даром» [2]. Желание человечества «брать даром» по отношению к природе приводит к многочисленным катаклизмам, уносящим сотни и тысячи жизней. Рост числа онкологических заболеваний, заболеваний пищеварительного тракта и органов дыхания, рождение детей с врожденными пороками развития (ВПР) и хромосомными аномалиями, ослабление иммунитета — вот далеко не полный перечень последствий игнорирования отдачи долгов природе.

Город Кисловодск относится к особо охраняемому эколого-курортному региону РФ — Кавказским Минеральным Водам (КМВ). Основными лечебными факторами курорта являются уникальный климат, курортный парк площадью 13,8 км<sup>2</sup> и минеральная вода Нарзан. Кисловодск — город небольшой: в нем на 65 км<sup>2</sup> площади проживает 135,1 тыс. человек. Промышленная индустрия представлена немногочисленными предприятиями пищевой и легкой промышленности. Несмотря на это в последнее время экологическая ситуация на курорте существенно ухудшилась.

Одним из лучших индикаторов оценки экологического состояния городской территории являются реки, иначе именуемые «водными артериями». Учитывая, что на сегодняшний день большинство рек России относятся к категории загрязненных и грязных, правильно было бы называть их «водными венами» нашей страны. Река, протекая по территории населенного пункта, принимает на себя антропогенную нагрузку включающую: тяжелые металлы (ТМ), органические соединения, ядохимикаты, нефтепродукты и т. д. В реки происходит разгрузка подземных вод, сброс сточных и ливневых вод. Приуроченность рек к наиболее низким отметкам рельефа, особенно для города расположенного в закрытой котловине, позволяет принять их в качестве природного объекта подвергающегося максимальной антропогенной нагрузке.

Несмотря на статус города, гидрометрических постов на реках в Кисловодске не имеется.

Целью данного исследования было проследить и проанализировать изменение химического состава воды горных рек Кисловодска, от истока к устью, и выявить основные источники их загрязнения.

Для достижения данной цели ставились следующие задачи:

1. Разработка методики проведения мониторинга малых рек с учетом специфики города-курорта.
2. Оценка гидрохимического состояния рек Кисловодска и расчет индекса загрязнения воды (ИЗВ) по всем постам наблюдений.
3. Выявление основных поллютантов в воде, анализ причин их появления в реках.
4. Выявление основных источников загрязнения с нанесением их на карту города.
5. Районирование территории Кисловодска по степени экологического благополучия (СЭБ) и разработка мероприятий по стабилизации экологической обстановки на курорте.

### Основная часть

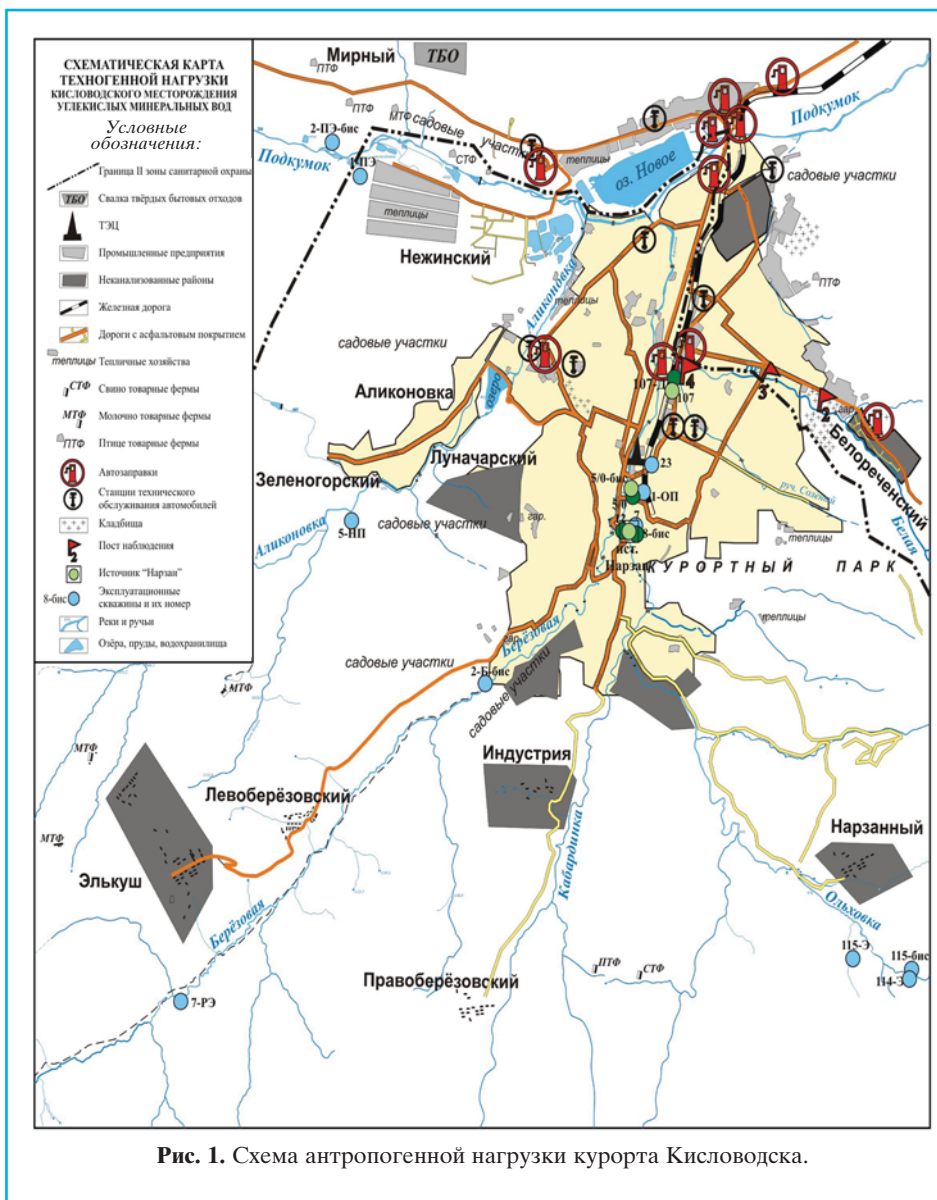
Реки Кисловодска берут свое начало на Скалистом и Джинальском хребтах и протекают непосредственно по территории курорта, впадая за городом в реку Подкумок (рис. 1). Город Кисловодск — первый населенный пункт на их пути. Гидрографическая сеть города представлена реками: Березовая, Ольховка, Аликоновка и Белая, на которых были заложены 13 постов наблюдения. Реки позволяют оценить экологическую ситуацию на всей территории города, поскольку протекают соответственно: Аликоновка с запада на северо-запад, Березовая с юго-запада на север, Ольховка с юго-востока, а Белая с востока к центру курорта. Посты располагались таким образом, чтобы иметь возможность оценить качественный и количественный состав ксенобиотиков, а также определить места поступления их в речные воды.

Основные гидрологические характеристики рек, протекающих по территории Кисловодска, представлены в табл. 1.

Химический анализ воды проводился по 34 компонентам. Их выбор был обусловлен рядом причин, сведенных в табл. 2. Кроме того, в пробах определялась общая минерализация (М), удельная суммарная  $\alpha$  и  $\beta$ -активность.

Замеры расходов проводятся 1 раз в сезон с обязательным отбором проб в половодье (март), паводок (июнь) и 2 раза в межень (октябрь и январь).

По водохозяйственному индексу все реки Кисловодска относятся к 4 группе: водный объект рыбохозяйственного назначения второй категории. В данном случае, регламентом ПДК загрязняющих веществ, является приказ № 20 от 18.01.2010 г. [3]. Следует учитывать также тот факт, что реки протекают непосредственно по территории курорта, сле-



довательно, являются объектом культурно-бытового водопользования и регламентируются ГН 2.1.5.1315—03 [4]. В дальнейших расчетах, учитывая статус города, уникальность местных минеральных вод, специфику и особенности геологической среды, в качестве ПДК принимаются наиболее жесткие нормативы из перечня вышеназванных (из рыбохозяйственных и культурно-бытовых ПДК).

**Таблица 1.** Гидрологическая характеристика рек Кисловодска

Река	Длина реки, км	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Расходы, м <sup>3</sup> /с		
			Средне-многолетний	Максимальный	Минимальный
Березовая	22,0	147	0,86	64,7	0,28
Белая	7,0	13,6	0,039	0,08	0,006
Ольховка	21,0	68,8	0,21	27,5	0,043
Аликоновка	27,0	118	0,46	29,5	0,17

**Таблица 2.** Критерии выбора компонентов, входящих в химический анализ

Критерий выбора компонентов	Компоненты
Основные ионы речных вод	K <sup>+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Na <sup>+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Компоненты обязательные для расчета ИЗВ	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , БПК <sub>полн</sub> , растворенный O <sub>2</sub> , pH
Тяжелые металлы	Pb <sup>2+</sup> , Hg <sup>2+</sup> , Cd <sup>2+</sup> , Zn <sup>2+</sup> , Ni <sup>2+</sup> , Fe <sub>общ</sub> , Mn <sup>2+</sup> , Cu <sup>2+</sup>
Индикаторы различных видов загрязнений	Нефтепродукты, фосфаты, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Al <sup>3+</sup> , Se <sup>2+</sup> , перманганатная окисляемость (П.О.), фенолы
Компоненты с повышенным фоновым содержанием в геологической среде КМВ	Ba <sup>2+</sup> , Sr <sup>2+</sup>
Неорганические ядовитые вещества	Be <sup>2+</sup> , Br <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , As

Изменение состава воды горных рек от истока к устью, в паводок приведено в табл. 3.

В целом, анализируя полученные данные, можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее загрязненными являются пробы, отобранные в половодье (март) и паводок (июнь).
2. Превышение концентрации алюминия отмечено в 100 % проб и варьирует от 3 до 14 ПДК.
3. Увеличение концентрации стронция зафиксировано в 85 % проб и составляет 1,3—7,5 ПДК.
4. Концентрация фосфатов в речной воде превышена в 85 % проб и составляет порядка 1—2,3 ПДК.
5. Превышение концентрации железа отмечено в 62 % проб и варьирует от 1 до 10 ПДК.

**Таблица 3.** Гидрохимические характеристики рек, протекающих по территории города Кисловодска

Показатели	Река			
	Березовая	Ольховка	Аликоновка	Белая
ИЗВ исток	0,75	0,68	0,53	1,71
ИЗВ устье	2,68	2,74	2,16	3,48
Класс качества вод:				
исток	2 чистые	2 чистые	2 чистые	3 умеренно загрязненные
устье	4 загрязненные	4 загрязненные	4 загрязненные	4 загрязненные
Основные загрязняющие вещества	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Al <sup>3+</sup> , Fe <sub>общ</sub> , Sr <sup>2+</sup> , Нф*, фосфаты, Ni <sup>2+</sup> , Se <sup>2+</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Al <sup>3+</sup> , Ni <sup>2+</sup> , Sr <sup>2+</sup> , Fe <sub>общ</sub> , фосфаты	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Al <sup>3+</sup> , фосфаты Sr <sup>2+</sup> , Ni <sup>2+</sup> , Нф*, Fe <sub>общ</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Fe <sub>общ</sub> , Sr <sup>2+</sup> , Нф, Al <sup>3+</sup> , Ni <sup>2+</sup> , П.О. фосфаты

Примечание: Нф\* — нефтепродукты.

6. Концентрация сульфатов в речной воде превышена в 60 % проб и составляет 1,2—2,5 ПДК.

7. Нефтепродукты выявлены в 54 % проб концентрации их варьируют от 1 до 5 ПДК.

8. Увеличение концентрации никеля зафиксировано в 54 % проб и составляет 1—2,5 ПДК.

Отдельные превышения ПДК отмечались по нитритам, аммонийному азоту, БПК<sub>полн</sub>, перманганатной окисляемости, барии, селену и магнию.

Из положительных моментов можно отметить отсутствие или ничтожно малые концентрации в речных водах таких опасных веществ, как, бериллий, кадмий, ртуть, свинец, мышьяк, фенолы. Кроме того во всех пробах, показатели радиационной безопасности не превышают установленные нормы.

Возможные источники поступления ксенобиотиков в речную воду были сведены в реестр основных видов антропогенной нагрузки (табл. 4).

Совмещая полученные в ходе мониторинга речных вод данные, и схему антропогенной нагрузки на городскую территорию, можно сделать следующие выводы:

- Наличие выше по течению неканализованного жилого фонда приводит к увеличению, по сравнению с фоном, показателей органического за-

**Таблица 4.** Виды антропогенного воздействия на водные объекты, расположенные на территории города Кисловодска

Виды антропогенной нагрузки	Река			
	Березовая	Ольховка	Аликоновка	Белая
Неканализованный жилой фонд	+	+	+	+
АЗС, склады ГСМ, ПАТП, гаражные кооперативы и т. д.	+	–	+	+
ТЗХ, садовые товарищества, тепличные хозяйства	+	+	+	+
ТЭЦ, промышленность	+	–	–	+
Кладбища (в 1-й водоохранной зоне)	–	–	–	+
Крупные автодороги	+	–	+	+
Железная дорога	+	–	–	+
Свалки ТБО	+	+	+	+

Примечание: + наличие нагрузки, – отсутствие нагрузки.

грязнения в 1,5—18,0 раз: на р. Белой БПК<sub>полн</sub> от 2,11 до 5,72 мг/дм<sup>3</sup>, NO<sub>2</sub> от 0,05 до 0,29 мг/дм<sup>3</sup>, NO<sub>3</sub> от 2 до 37,5 мг/дм<sup>3</sup>; на р. Березовой БПК<sub>полн</sub> от 2,56 до 3,70 мг/дм<sup>3</sup>, NO<sub>2</sub> от 0,05 до 0,13 мг/дм<sup>3</sup>, NO<sub>3</sub> от 2,4 до 6,5 мг/дм<sup>3</sup>.

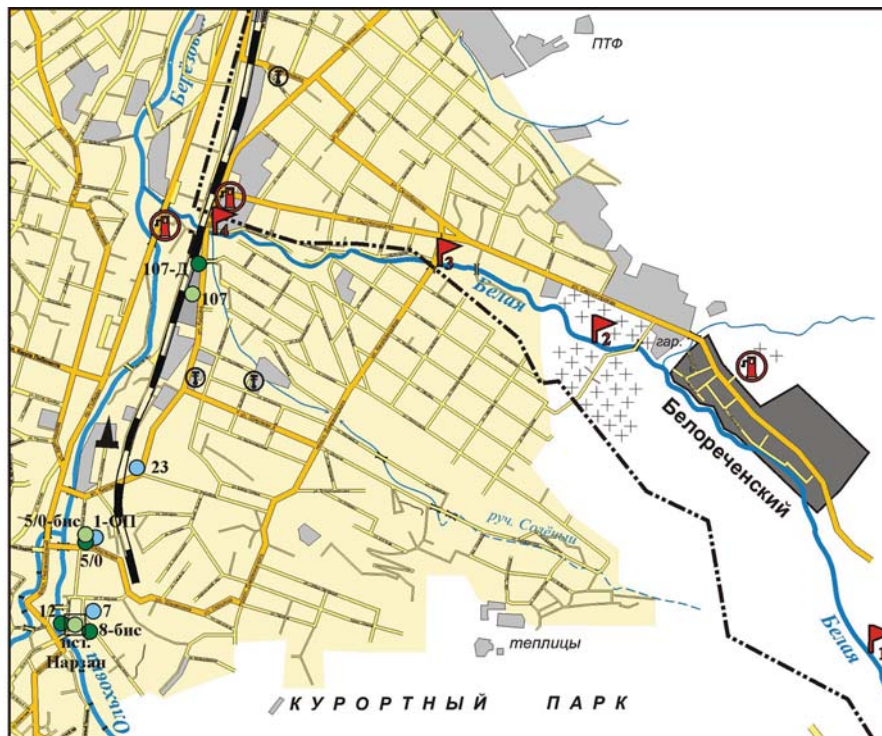
- Наличие выше по течению АЗС приводит к увеличению, по сравнению с фоном, концентрации нефтепродуктов в 2—7 раз: на р. Белой от 0,12 до 0,21 мг/дм<sup>3</sup>, на р. Березовой от 0,02 до 0,15 мг/дм<sup>3</sup>, на р. Аликоновке от 0,02 до 0,12 мг/дм<sup>3</sup>.

- Нерациональное, избыточное внесение удобрений приводит к превышению фосфатов практически во всех пробах в 2—6 раз относительно фона. Причем необходимо отметить, что максимальное количество фосфатов в реках зафиксировано в мае-июне.

- Наличие промышленности, крупных автомагистралей, ТЭЦ — причина увеличения в реках концентраций железа, никеля, стронция до 10 раз.

По результатам мониторинга наиболее загрязненной рекой Кисловодска является р. Белая, анализ состояния которой и приводится ниже.

Река Белая берет свое начало на склонах Джинальского хребта на отметке около 1400 м, и впадает в р. Березовую на территории Кисловодска. Длина реки — 7 км, площадь водосбора — 13,6 км<sup>2</sup>. Основное питание река получает за счет сезонных осадков и грунтовых вод. В межень (X—III) сток формируется преимущественно за счет грунтового питания и составляет 0,006 м<sup>3</sup>/с. Гидравлические характеристики потока



Условные обозначения:
















	Граница II зоны санитарной охраны		Автозаправки
	ТЭЦ		Станции технического обслуживания автомобилей
	Промышленные объекты		Кладбища
	Неканализованные районы		Пост наблюдения
	Железная дорога		Источник "Нарзан"
	Дороги с асфальтовым покрытием		Эксплуатационные скважины и их номер
	Тепличные хозяйства		Реки и ручьи
	Птицеварные фермы		

Рис. 2. Схема расположения постов на р. Белой в г. Кисловодске.



при данном расходе составляют в среднем: скорость потока — 0,2 м/с; наполнение — 0,1 м; годовой объем стока (95 %) — 504,58 тыс. м<sup>3</sup>.

На р. Белой были заложены 4 поста наблюдения (рис. 2). Выбор постов обусловлен следующими факторами:

— За фон принимались результаты, полученные на истоке реки (пост 1). Это курортная зона, лишенная промышленности, жилой застройки и крупных автомагистралей.

— Пост 2 приурочен к кладбищу, расположенному, вопреки всем санитарным нормативам, в первой водоохранной зоне р. Белой. Пост расположен ниже по течению неканализованного пос. Белореченский и приуроченной к нему АЗС.

— Пост 3 оценивает влияние селитебной зоны на состояние речных вод, расположен в центре жилого массива, вблизи автодороги.

— Пост 4 расположен в промышленной зоне, возле крупной автомагистрали, ниже АЗС.

В результате, учтено влияние большинства антропогенных факторов на состояние речных вод. Ниже приводится анализ данных мониторинга за июнь месяц. Пробы отбирались в паводок и являются, для данной реки, наиболее загрязненными за год.

Качество вод в реке варьирует: в истоке по гидрохимическому индексу загрязнения вод (ИЗВ), равному 1,71, воды относятся к классу — умеренно загрязненные. В устье, по ИЗВ = 3,48, воды реки Белая соответствуют 4 классу качества — загрязненные.

Расчет ИЗВ определялся по 6 показателям по формуле:

$$\text{ИЗВ} = \sum_{i=1}^N \frac{C_i / \text{ПДК}_i}{N},$$

где  $C_i$  — концентрация компонента;

$N$  — число показателей, используемых для расчета индекса;

$\text{ПДК}_i$  — предельно допустимая концентрация для соответствующего типа водного объекта.

Можно отметить, что по количеству показателей, превышающих ПДК (табл. 5), наиболее неблагоприятными являются пробы 3 и 4, что четко коррелирует с максимумом антропогенной нагрузки на этих участках.

В истоке реки (проба 1) превышение ПДК отмечено лишь по нефтепродуктам и алюминию. Содержание алюминия превышает ПДК во всех пробах на всех реках, что возможно связано с повышенной его концентрацией в почвах города.

Проба 2 отобрана из реки через 4 км от истока, в районе кладбища, ниже неканализованного пос. Белореченский. Здесь зафиксировано превышение ПДК по перманганатной окисляемости, алюминию, фос-

Таблица 5. Изменение химического состава воды р. Белой от истока к устью

Показатели, мг/дм <sup>3</sup>	ПДК мг/дм <sup>3</sup>	Пост 1 исток	Пост 2 кладбище	Пост 3 селитебная зона	Пост 4 промышлен- ная зона
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	100	21,4	72,4	82,3	<b>252,7</b>
Mg <sup>2+</sup>	40	2,4	17,0	7,3	<b>42,6</b>
Минерализация	1000	359,6	435,7	468,6	<b>1020,4</b>
П.О., мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	5	2,88	<b>5,04</b>	<b>5,36</b>	2,8
Al <sup>3+</sup>	0,04	<b>0,17*</b>	<b>0,14*</b>	<b>0,24*</b>	<b>0,14*</b>
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,08	<0,05	<0,05	0,06*	<b>0,11*</b>
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	40	2,3	2,3	1,8	10,6
Ni <sup>2+</sup>	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<b>0,02*</b>
Fe <sub>общ</sub>	0,1	0,07	<b>0,86*</b>	<b>0,98*</b>	<b>0,23*</b>
Sr <sup>2+</sup>	0,4	0,2*	<b>0,5*</b>	0,2	<b>3,0*</b>
БПК <sub>полн</sub>	3	2,75*	2,68*	2,8*	2,3
pH	8,5	8,1*	8,4	8,4	7,8
Нефтепродукты	0,05	<b>0,14*</b>	<b>0,16*</b>	<b>0,13*</b>	<b>0,21*</b>
Фосфаты	0,05	0,043*	<b>0,085*</b>	<b>0,114*</b>	<b>0,080</b>
<b>ИЗВ</b>		1,71	3,19	3,73	3,48

Примечание: \* — компоненты, участвующие в расчете ИЗВ. Жирным шрифтом выделены показатели, превышающие ПДК.

фатам, стронцию, нефтепродуктам и девятикратное по железу. Проба, в целом, характеризуется как перегруженная органическими веществами (отсутствие канализации + кладбище), по сравнению с истоком увеличилась концентрация нефтепродуктов (влияние АЗС). Возросли концентрации стронция и железа, что, скорее всего, связано с увеличением антропогенной нагрузки на территорию.

Существенное превышение концентраций фосфатов, по сравнению с показателями в истоке, является информативным индикатором антропогенного загрязнения, которому способствует широкое применение фосфорных удобрений и полифосфатов (моющих средств).

Следующий пост 3 приурочен к селитебной зоне и отстоит от поста 2 на 1,2 км. Продолжается рост концентраций основных ионов и общей минерализации в речной воде. Появляются нитриты, что свидетельствует о свежем органическом загрязнении. Растут концентрации в воде железа и фосфатов. Вследствие удаления от АЗС, концентрация нефтепродуктов в воде уменьшается, и соответствует показателям в истоке. В целом, можно отметить ухудшение качества воды по сравнению с пробой 2.

Проба 4 отобрана ниже восточной промышленной зоны и АЗС. Пост 4 отстоит от поста 3 на 1,4 км. Наблюдается превышение ПДК по 10 компонентам: магнию, сульфатам, минерализации, нитритам, алюминию, никелю, железу, стронцию, нефтепродуктам, и фосфатам. Это наиболее загрязненная проба, концентрации компонентов здесь в среднем в 7 раз выше фоновых, полученных на истоке реки. Максимальное превышение, относительно фона, отмечено по  $\text{SO}_4^{2-}$  (в 12 раз) и  $\text{Sr}^{2+}$  (в 15 раз) и  $\text{Mg}^{2+}$  (в 18 раз). Уменьшение концентрации выявлено лишь по алюминию, что возможно связано с неравномерным распределением его в геологическом разрезе.

### Выводы

Реки, на которых проводился мониторинг, в истоках соответствуют II классу качества — чистые (ИЗВ от 0,53 до 0,81). Вода удовлетворяет нормативным требованиям и пригодна для культурно-бытового [4] использования. Речная вода в устьях соответствует IV классу качества — загрязненные (ИЗВ от 2,16 до 3,48). Вода непригодна для рыбохозяйственного и культурно-бытового пользования.

На территории города отмечается постоянное увеличение концентраций основных ионов в речной воде. Основные выявленные ксенобиотики в речных водах — алюминий, стронций, фосфаты, железо, сульфаты, нефтепродукты, органические соединения и никель. Причинами их появления являются частично антропогенные источники ( $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Se}^{2+}$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ , нефтепродукты), частично природные (повышенные концентрации в геологическом разрезе  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Fe}_{\text{общ}}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ).

Наличие антропогенной нагрузки четко коррелирует с появлением конкретного, сопутствующего ему, вида загрязнения ниже по течению.

Основные источники загрязнения горных рек:

- неканализованный жилой фонд (40 % территории);
- сельское хозяйство (применение ядохимикатов, животноводческие фермы, выпас скота в черте города);
- АЗС на территории города-курорта, переизбыток автотранспорта (более 35000 автомобилей);
- ТЭЦ расположенная в нижней точке рельефа закрытой котловины;
- кладбище в первой водоохранной зоне р. Белой;
- несанкционированные свалки мусора в поймах рек.

Речные воды небольшого курортного города в истоках, относятся к категории загрязненных, и не могут использоваться для рыбохозяйственного и культурно-бытового водопользования. Причина кроется в игнорировании простых истин. «Все должно куда-то деваться» — постулат Коммонера, не требующий особых доказательств. При этом на террито-

рии курортного города строят 10 АЗС (3 из них во 2-й зоне санитарной охраны), оборудуют ТЭЦ в самой нижней точке закрытой котловины в зоне повышенного потенциала загрязнения атмосферы [5] (зона Ш, ПЗА от 2,7 до 3,0). В XXI в. на курорте федерального значения остается неканализованной 40 % городской территории (см. рис. 1). Причем хочется подчеркнуть, что неканализованные участки приурочены к местам неглубокого залегания минеральных вод (мощность зоны аэрации около 5 м). Широко развитое в окрестностях Кисловодска, в основном на южной окраине, животноводство вносит свою весомую лепту в загрязнение почв, рек и грунтовых вод. Большинство ферм расположено на склонах рек, и при паводках происходит смыв в водотоки органических отходов, загрязняющих воду нитратами, фосфором, тяжелыми металлами, целым рядом органических соединений. Это особенно опасно по причине обнажения на юге отложений титона, и реальной возможности прямого бактериологического загрязнения минеральных вод.

В основу стратегического развития Кисловодска, должен быть положен тезис о приоритетности нужд курорта и, как следствие, необходимость сохранения лечебных природных факторов: чистого воздуха, Нарзана и парка, которым нет аналогов в мире. Чистота окружающей среды — необходимое условие функционирования курорта. Состояние поверхностных водотоков города свидетельствует о напряженной экологической ситуации [6] и требует разработки природоохранных мероприятий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 10 самых загрязненных рек мира. Режим доступа: <http://lifeglobe.net/blogs/details?id=890> (дата обращения: 21.06.2011).
2. Коммонер Б. Замыкающийся круг. Л., Гидрометеиздат. 1974. 269 с.
3. Приказ № 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов ПДК вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения». М.: Федеральное агентство по рыболовству, 2010.
4. ГН 2.1.5.1315—03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. М.: Минздрав России, 2003.
5. Безуглая Э.Ю., Смирнова И.В. Воздух городов и его изменения. СПб.: Изд. Астерион, 2008. 254 с.
6. Кочуров Б.И. География экологических ситуаций (экодиагностика территорий). М.: ИГ РАН, 1997. 156 с.

#### Сведения об авторе:

Помеляйко Ирина Сергеевна, инженер-гидрогеолог, ООО «Нарзан-гидроресурсы», 357700, Ставропольский край, г. Кисловодск, ул. Кирова, 43, e-mail: [irinapomelyayko@rambler.ru](mailto:irinapomelyayko@rambler.ru)