

# СОСТОЯНИЕ РЕК

## КАК ИНДИКАТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ в г. Кисловодск

«Платежа по этому векселю нельзя избежать: он может быть только отсрочен»

*Б. Коммонер*

**В статье приведены данные состояния рек курорта федерального значения Кисловодск. Разработана методика проведения мониторинга малых рек на особо охраняемых территориях. Оценены степень и характер загрязнения поверхностных водотоков. Выявлены и проанализированы основные источники поступления поллютантов в реки с нанесением их на схему города. Проанализирована динамика резкого ухудшения качества речной воды на примере реки Белая. Установлена антропогенная природа большинства загрязнителей.**

### Введение

«Бери что хочешь, но плати за это сполна» – эта старинная испанская поговорка как нельзя более отражает взаимодействие человека и природы, ей вторит и закон экологии Б. Коммонера, гласящий «ничто не дается даром» [1]. Изменение русел рек, «перекраивание» природных форм рельефа, сброс нечистот в поверхностные водотоки и на почвы, выбросы в атмосферу, интенсивная хаотичная застройка – всё это приводит к деградации окружающей среды, природным катаклизмам и росту заболеваемости населения. В связи с постоянно растущими темпами антропогенного воздействия на природные комплексы требуется «совершенствование системы показателей, создание методологии экологического мониторинга, включая комплексную оценку состояния окружающей среды» [2].

В мире практически не осталось экологически чистых территорий. Курортные регионы – места рекреации, сюда приезжают оздоровиться, подышать чистым воздухом, выпить лечебной минеральной воды. Г. Кисловодск относится к особо охраняемому эколого-курортному региону РФ – Кавказским Минеральным

Водам. Основными лечебными факторами курорта являются уникальный климат, курортный парк площадью 13,8 км<sup>2</sup> и минеральная вода Нарзан. Все эти компоненты, принесшие успех и славу Кисловодску, то, на чем зиждется инфраструктура курорта, в настоящее время находятся под угрозой. Ряд исследователей [3-6] предлагают решать вопрос экологического благополучия территории с помощью методов биологического мониторинга, позволяющих получить интегральную оценку последствий воздействия комплекса всех внешних факторов на представителей живой природы.

С точки зрения автора, одним из наиболее информативных индикаторов состояния окружающей среды, являются реки, иначе именуемые водными артериями. Учитывая, что на сегодняшний день, большинство рек России относятся к категории загрязненных и грязных, правильно было бы назвать их «водными венами» нашей страны. Река, протекая по территории населенного пункта, принимает на себя весь «урбофон», включающий: тяжелые металлы (ТМ), органические соединения, ядохимикаты, нефтепродукты и т.д. 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 нашего исследования было проследить и проанализировать изменение химического состава воды горных рек г. Кисловодска от истока к устью и выявить основные источники их загрязнения.

**И.С. Помеляйко\***,  
инженер-гидрогеолог,  
ООО «Нарзан-  
гидроресурсы»

\* Адрес для корреспонденции: irinapomelyayko@rambler.ru

Для достижения данной цели ставились следующие задачи:

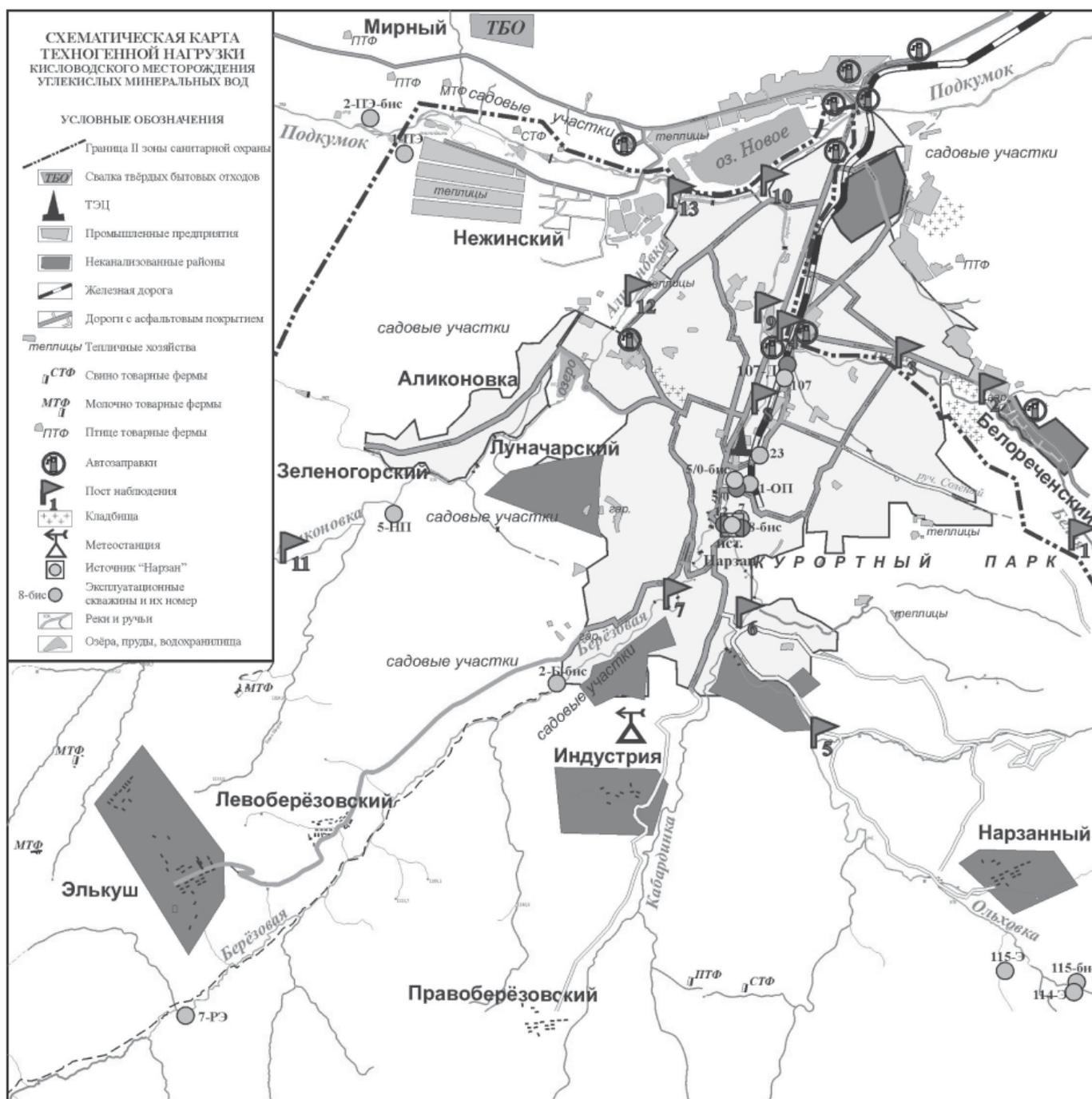
- разработка методики проведения мониторинга малых рек с учетом специфики города-курорта;
- оценка гидрохимического состояния рек г. Кисловодска и расчет индекса загрязнения воды (**ИЗВ**) по всем постам наблюдений;
- выявление основных поллютантов в речных водах, анализ возможных причин их появления;
- выявление основных источников загрязнения с нанесением их на карту города;

- построение математической модели геофильтрации грунтовых вод
- разработка мероприятий по стабилизации экологической обстановки на курорте.

### Материалы и методы исследования

**Р**еки Кисловодска берут свое начало на Скалистом и Джинальском хребтах и, протекая по территории курорта, впадают на севере в р. Подкумок (рис.1). Гидрографическая сеть города представлена реками – Березовая, Ольховка, Аликоновка и Белая, на которых были заложены 13 постов наблюдения. Реки позволяют оценить экологию

**Рис. 1.** Схема антропогенной нагрузки на территорию г. Кисловодск



**Таблица 1**

Гидрологическая характеристика рек г. Кисловодска

Река	Длина реки, км	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Расходы, м <sup>3</sup> /сек		
			Среднеголетний	Максимальный	Минимальный
Березовая	22,0	172,0	0,86	64,7	0,28
Белая	7,0	13,6	0,039	0,08	0,006
Ольховка	13,0	69,8	0,21	27,5	0,043
Аликоновка	26,0	118,0	0,46	29,5	0,17

гическую ситуацию на всей территории города, поскольку протекают с запада на северо-запад (р. Аликоновка), с юго-запада на север (р. Березовая), с юго-востока (р. Ольховка) и с востока (р. Белая) к центру курорта. Посты располагались таким образом, чтобы иметь возможность оценить качественный и количественный состав ксенобиотиков, а также оценить влияние той или иной антропогенной нагрузки на качество речной воды.

Основные гидрологические характеристики рек Кисловодска представлены в *табл. 1*

Химический анализ проводился по 34 показателям. Их выбор был обусловлен рядом причин, сведенных в *табл. 2*. Замеры проводились 1 раз в сезон с обязательным отбором в половодье (март), паводок (июнь) и 2 раза в межень (октябрь и январь).

Методики количественного химического анализа воды соответствуют нормативным документам ПНД Ф и сведены в *табл. 3*.

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. [7]. Следует учитывать также тот факт, что реки протекают непосредственно по территории курорта,

**Таблица 2**

Критерии выбора компонентов, входящих в экологический анализ.

Критерий выбора компонентов	Компоненты
Основные ионы речных вод	К, Са, Na, Mg, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Компоненты, необходимые для расчета ИЗВ	БПК <sub>полн</sub> , растворенный O <sub>2</sub> , рН
Тяжелые металлы и токсичные элементы	Pb, Hg, Cd, Zn, Ni, Fe, Mn, Ba, Cu, As, Se, Sr, фенолы
Индикаторы различных видов загрязнений	Нефтепродукты (НФ), фосфаты, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Al, перманганатная окисляемость, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Неорганические ядовитые вещества	Be, Br, Cl, F

следовательно, являются объектами культурно-бытового водопользования и регламентируются ГН 2.1.5.1315-03 [8]. В дальнейших расчетах, учитывая статус города в качестве ПДК принимаются наиболее жесткие нормативы из вышеперечисленных. Интегральная оценка загрязнения рек курорта осуществлялась по ИЗВ. Расчет выполнялся по 6 показателям согласно формуле:

$$ИЗВ = \sum_{i=1}^N \frac{C_i / ПДК_i}{N},$$

где C<sub>i</sub> – концентрация компонента;

N – число показателей, используемых для расчета индекса;

ПДК<sub>i</sub> – предельно допустимая концентрация для соответствующего типа водного объекта.

## Результаты и их обсуждение

**В** целом, анализируя полученные по всем рекам данные, можно сделать следующие выводы (*табл. 4*).

1. Наиболее загрязненными являются пробы, отобранные в 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.
  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, бария, селену и магнию.

**Таблица 3**

Методики выполнения анализа различных веществ в речных водах

№	Номер ПНД Ф	Методика
1	14.1:2.1–95 (издание 2004 г.)	Измерение массовой концентрации <b>ионов аммония</b> фотометрическим методом с реактивом Несслера
2	14.1:2.2–95 (издание 2004 г.)	Измерение массовой концентрации <b>железа</b> фотометрическим методом с о-фенантролином
3	14.1:2.3–95 (издание 2004 г.)	Измерение массовой концентрации <b>нитрит-ионов</b> фотометрическим методом с реактивом Грисса
4	14.1:2.4–95 (издание 2004 г.)	Измерение массовой концентрации <b>нитрат-ионов</b> фотометрическим методом с салициловой кислотой
5	14.1:2.20–95 (издание 2004 г.)	Измерение массовой концентрации <b>ртути</b> методом беспламенной атомно-абсорбционной спектрометрии
6	14.1:2.61–96 (издание 2004 г.)	Измерение массовой концентрации <b>марганца</b> методом с применением персульфата аммония
7	14.1:2.96–97 (издание 2004 г.)	Измерение содержания <b>хлоридов</b> argentометрическим методом
8	14.2.99–97 (издание 2004 г.)	Измерение <b>гидрокарбонатов</b> титриметрическим методом.
9	14.1:2.105–97 (издание 2004 г.)	Измерение <b>суммарных содержаний летучих фенолов</b> экстракционно-фотометрическим методом после отгонки с паром
10	14.1:2.108–97 (издание 2004 г.)	Измерение содержания <b>сульфатов</b> титрованием солью свинца в присутствии дитизона
11	14.1:2.112–97 (издание 2004 г.)	Измерение массовой концентрации <b>фосфат-ионов</b> фотометрическим методом восстановлением аскорбиновой кислотой
12	14.1:2.114–97 (издание 2004 г.)	Измерение массовой концентрации <b>сухого остатка</b> гравиметрическим методом.
13	14.1:2:3:4.121–97 (издание 2004 г.)	Измерение <b>pH</b> потенциометрическим методом
14	14.1:2:3:4.123–97 (издание 2004 г.)	Измерение <b>биохимической потребности в кислороде</b> после 5-дневной инкубации (БПК <sub>полн</sub> )
15	14.1:2:4.137–98 (издание 2009 г.)	Измерение массовой концентрации <b>магния, кальция</b> методом атомно-абсорбционной спектрометрии (AAS)
16	14.1:2:4.138–98 (издание 2004 г.)	Измерение массовой концентрации <b>натрия, калия и стронция</b> методом пламенно-эмиссионной спектрометрии.
17	14.1:2:4.139–98 (издание 2004 г.)	Измерение массовой концентрации <b>никеля</b> методом атомно-абсорбционной спектрометрии с пламенной атомизацией.
18	14.1:2:4.154–99 (издание 2004 г.)	Измерение массовой концентрации <b>перманганатной окисляемости</b> титриметрическим методом
19	14.1:2:4.166–2000 (издание 2004 г.)	Измерение массовой концентрации <b>алюминия</b> фотометрическим методом с алюминоном.
20	14.1:2:4.168–2000 (издание 2009 г.)	Измерение массовой концентрации <b>нефтепродуктов</b> методом ИКС с использованием концентратомера КН-2
21	14.1:2:4.203–2003 (издание 2008 г.)	Измерение массовой концентрации <b>селена</b> фотометрическим методом с о-фенилендиамином
22	14.1:2:4.69–96 (издание 2005 г.)	Измерение массовой концентрации <b>ионов свинца, меди и цинка</b> методом инверсионной вольтамперометрии
23	14.1:2:3:4.173–2000 (издание 2005 г.)	Измерение массовых концентраций <b>фторид-ионов</b> потенциометрическим методом

**Таблица 4**

Гидрохимические характеристики рек г. Кисловодск

Показатели	р. Березовая	р. Ольховка	р. Аlikоновка	р. Белая
ИЗВ исток	0,75	0,68	0,53	0,81
ИЗВ устье	2,68	2,74	2,35	3,10
Класс качества вод: исток устье	II чистые IVзагрязненные	II чистые IVзагрязненные	II чистые IVзагрязненные	II чистые IVзагрязненные
Основные загрязнители	SO <sub>4</sub> , Ni, NO <sub>2</sub> , Se, Sr, НФ*	БПК <sub>полн</sub> , SO <sub>4</sub> , Sr, НФ	SO <sub>4</sub> , Sr, НФ, фосфаты	SO <sub>4</sub> , БПК <sub>полн</sub> , NH <sub>4</sub> , NO <sub>2</sub> , Se, Sr, НФ, фосфаты

Примечание: \* – нефтепродукты

Среди положительных моментов можно отметить отсутствие или ничтожно малые концентрации в речных водах веществ 1-2 классов опасности, таких как бериллий, кадмий, ртуть, свинец, мышьяк, фенолы. Также следует отметить, что во всех пробах показатели радиационной безопасности не превышают установленные нормы.

Чтобы понять механизм появления в речных водах Fe, Al, Sr, Ni, Se, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> и нефтепродуктов в концентрациях, превышающих ПДК, были проанализированы результаты полных химических анализов минеральных вод эксплуатационных скважин Кисловодского месторождения. Поскольку в реки происходит разгрузка минеральных и грунтовых вод, имеет смысл

проанализировать распределение компонентов по глубине и определить их фоновое содержание (**Ф**) в геологическом разрезе. Появление в реках веществ, не выявленных в подземных водах водоносных горизонтов до глубин залегания фундамента, можно объяснить, с точки зрения автора, лишь антропогенной нагрузкой (**АН**). Обработались результаты полных анализов минеральных вод за период с 1998 по 2011 г., отдельно для титонского (J<sub>3</sub>tt) горизонта, нижневаланжинского (K<sub>1</sub>v<sub>1</sub>) и верхневаланжинского (K<sub>1</sub>v<sub>2</sub>) подгоризонтов [9]. Результаты представлены на рис.2.

↓ **Рис.2.** Возможные причины появления поллютантов в речных водах

<b>Ф+АН</b> по Fe <sub>общ</sub>	Река Fe ≈ 0,30 до 0,98	<b>АН</b> по Al	Река Al ≈ 0,23 до 0,55
	K <sub>1</sub> v <sub>2</sub> Fe = 0,30		K <sub>1</sub> v <sub>2</sub> Al < 0,05
	K <sub>1</sub> v <sub>1</sub> Fe = 2,40		K <sub>1</sub> v <sub>1</sub> Al < 0,05
	J <sub>3</sub> tt Fe = 8,50		J <sub>3</sub> tt Al < 0,05
<b>Ф</b> по Sr	Река Sr ≈ 1,2 до 3,0 мг/дм <sup>3</sup>	<b>АН</b> по Ni	Река Ni до 0,02 мг/дм <sup>3</sup>
	K <sub>1</sub> v <sub>2</sub> Sr = 6,3		K <sub>1</sub> v <sub>2</sub> Ni < 0,01
	K <sub>1</sub> v <sub>1</sub> Sr = 9,5		K <sub>1</sub> v <sub>1</sub> Ni < 0,01
	J <sub>3</sub> tt Sr = 4,0		J <sub>3</sub> tt Ni < 0,01
<b>АН</b> по Se	Река Se до 0,005 мг/дм <sup>3</sup>	<b>Ф+АН</b> по SO <sub>4</sub>	Река SO <sub>4</sub> ≈ 174,8 до 324,3
	K <sub>1</sub> v <sub>2</sub> Se < 0,001		K <sub>1</sub> v <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = 173,0
	K <sub>1</sub> v <sub>1</sub> Se < 0,001		K <sub>1</sub> v <sub>1</sub> SO <sub>4</sub> = 349,8
	J <sub>3</sub> tt Se < 0,001		J <sub>3</sub> tt SO <sub>4</sub> = 520,0
<b>Ф+АН</b> по NH <sub>4</sub>	Река NH <sub>4</sub> ≈ 0,21 до 0,48	<b>АН</b> по NO <sub>2</sub>	Река NO <sub>2</sub> до 0,29 мг/дм <sup>3</sup>
	K <sub>1</sub> v <sub>2</sub> NH <sub>4</sub> = 0,05		K <sub>1</sub> v <sub>2</sub> NO <sub>2</sub> < 0,05
	K <sub>1</sub> v <sub>1</sub> NH <sub>4</sub> = 0,60		K <sub>1</sub> v <sub>1</sub> NO <sub>2</sub> < 0,05
	J <sub>3</sub> tt NH <sub>4</sub> = 0,50		J <sub>3</sub> tt NO <sub>2</sub> < 0,05
<b>АН</b> по NO <sub>3</sub>	Река NO <sub>3</sub> до 37,5 мг/дм <sup>3</sup>	<b>АН</b> по НФ	Река НФ до 0,25 мг/дм <sup>3</sup>
	K <sub>1</sub> v <sub>2</sub> NO <sub>3</sub> до 2,0		K <sub>1</sub> v <sub>2</sub> НФ < 0,02
	K <sub>1</sub> v <sub>1</sub> NO <sub>3</sub> < 1,0		K <sub>1</sub> v <sub>1</sub> НФ < 0,02
	J <sub>3</sub> tt NO <sub>3</sub> < 1,0		J <sub>3</sub> tt НФ < 0,02

\*Ф–фон; АН–антропогенная нагрузка; НФ–нефтепродукты

Полученные данные свидетельствуют о антропогенной природе появления в реках алюминия, никеля, селена, нитритов, нитратов и нефтепродуктов. Установлено повышенное фоновое содержание в грунтах стронция, железа, сульфатов и аммонийного азота. Последний может попадать в подземные воды в результате аммонификации – разложения микроорганизмами азотсодержащих органических соединений.

Значительные концентрации железа в речных водах связаны с двумя причинами. Во-первых, ожелезнен весь геологический разрез от титона до четвертичных отложений, во-вторых, среди выбросов в атмосферу 0,4 т приходится на оксид железа.

Совмещая полученные в ходе мониторинга данные со схемой антропогенной нагрузки, можно сделать следующие выводы.

◆ Наличие выше по течению не канализованного жилого фонда приводит к увеличению показателей органического загрязнения в 1,5–18 раз по сравнению с фоном: на р. Белая – 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. Березовая – 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>; на р. Ольховка – БПК<sub>полн</sub> от 2,46 до 3,34 мг/дм<sup>3</sup>, NO<sub>2</sub> от < 0,05 до 0,07 мг/дм<sup>3</sup>.

◆ Наличие АЗС выше по течению приводит к увеличению концентрации нефтепродуктов в 2-7 раз: на р. Белая от 0,12 до 0,25 мг/дм<sup>3</sup>, на р. Березовая от < 0,02 до 0,15 мг/дм<sup>3</sup>, на р. Аlikоновка от < 0,02 до 0,12 мг/дм<sup>3</sup>.

◆ Нерациональное, избыточное внесение удобрений сопровождается превышением фосфатов практически во всех пробах в 2–6 раз относительно фона, при этом максимальное количество фосфатов в реках зафиксировано в мае–июне.

◆ Наличие промышленных предприятий, крупных автомагистралей, ТЭЦ приводит к увеличению в реках концентраций железа, никеля, стронция до 10 раз.

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

Р. Белая берет свое начало на склонах Джинальского хребта на отметке около 1400 м. и впадает в р. Березовая на территории г. Кисловодск. Основное питание река получает за счет сезонных осадков и грунтовых вод. В межень (X–III) сток формируется преимущественно за счет грунтового питания. На р. Белая были заложены 4 поста наблюдений (рис. 3).

Выбор постов обусловлен рядом факторов:

◆ за фон принимались результаты, полученные на истоке реки (пост 1). Это курортная зона без промышленных объектов, жилой застройки и крупных автомагистралей;

◆ пост 2 приурочен к кладбищу, расположенному вопреки всем санитарным нормативам в водоохранной зоне р. Белая; пост 2 заложен ниже по течению не канализованного пос. Белореченский и приуроченной к нему АЗС;

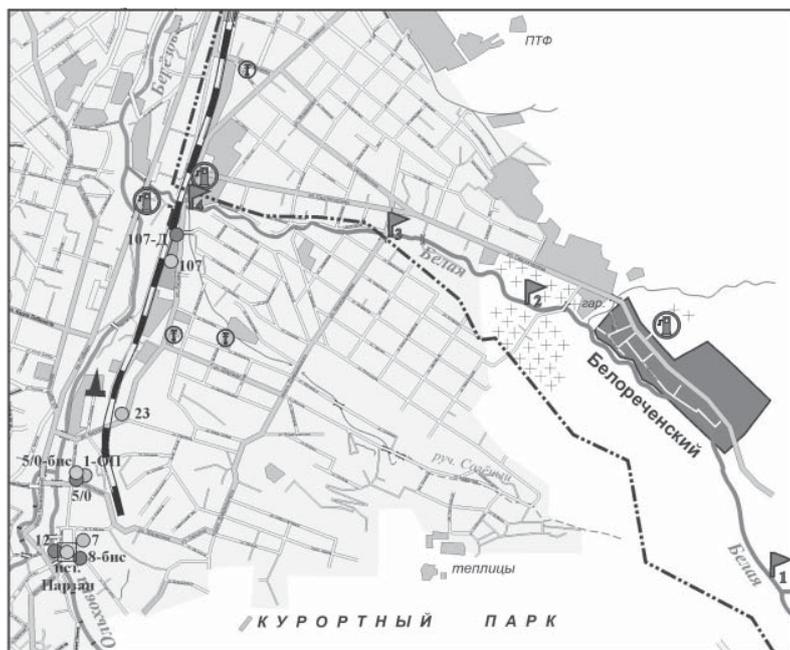
◆ пост 3 оценивает влияние селитебной зоны на состояние речных вод, он расположен в центре жилого массива вблизи автодороги;

◆ 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 март месяц (половодье).

Качество вод в реке варьирует, составляя на истоке по ИЗВ–0,81 (чистые воды), на устье по ИЗВ–3,10 (загрязненные) (табл. 5).

Наиболее неблагоприятными являются пробы 2 и 4, что четко коррелирует с максимумом антропогенной нагрузки на этих участках.



#### 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
	Птице товарные фермы		

Рис.3. Схема расположения постов на р. Белая.

**Таблица 5.**

Изменение химического состава воды р. Белая 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 промзона
SO <sub>4</sub> <sup>2+</sup>	100	18,1	125,9*	324,3*	316,9*
Mg	40	7,3	19,5	38,9	54,7
Минерализация	1000	355,9	624,2	893,7	<b>1068,6</b>
Перманганатная окисляемость, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	5	1,92	<b>5,2</b>	3,52	4
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,4	0,14*	<b>0,48*</b>	0,25*	0,25
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,08	<0,05	<b>0,08</b>	<0,05	<b>0,29*</b>
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	40	2*	4,5	4,7	37,5
БПК <sub>полн</sub>	3	2,11*	<b>5,72*</b>	<b>3,87*</b>	<b>4,4*</b>
Ba	0,7	<b>0,7*</b>	0,6	0,4	0,3
Sr	0,4	0,11	<b>0,60*</b>	<b>0,70*</b>	<b>1,50*</b>
Нефтепродукты	0,05	<b>0,12*</b>	<b>0,21*</b>	<b>0,11*</b>	<b>0,25*</b>
Фосфаты	0,02	0,018*	<b>0,107*</b>	<b>0,036*</b>	<b>0,078*</b>
<i>ИЗВ</i>		0,81	2,03	1,64	3,10

\* – компоненты, участвующие в расчете ИЗВ. Жирным шрифтом выделены значения, превышающие ПДК.

На истоке реки (проба 1) превышение ПДК отмечено лишь по нефтепродуктам. Содержание бария равно 1 ПДК и является максимальным из 4-х проб, что, возможно, связано с фоновым превышением его концентраций в почвах.

Проба 2 отобрана из реки через 4 км от истока в районе кладбища, ниже не канализованного поселка Белореченский и АЗС. Здесь зафиксировано превышение ПДК по сульфатам, аммонии, перманганатной окисляемости, БПК<sub>полн</sub>, стронцию, нефтепродуктам и 5-ти кратное по фосфатам. Проба в целом характеризуется как перегруженная органическими веществами (отсутствие канализации, кладбище), вдвое по сравнению с истоком увеличилась концентрация нефтепродуктов (влияние АЗС). Увеличение в 6 раз концентрации стронция также, скорее всего, носит антропогенный характер.

Существенное превышение по сульфатам и фосфатам 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 1,5 км. Продолжается рост концентраций основных ионов и Sr в речных водах. При этом ниже ПДК падают практически все показатели органического загрязнения. Концентрация нефтепродуктов уменьшается в 2 раза и соответствует показателям на истоке. В целом можно отметить улучшение качества воды по сравнению с пробой 2.

Проба 4 отобрана ниже восточной промышленной зоны и АЗС. Концентрация нормируемых компонентов в речной воде превышает ПДК по магнию, сульфатам, минерализации, нитритам, стронцию, нефтепродуктам, БПК<sub>полн</sub> и фосфатам. Это наиболее грязная проба, показатели загрязнения здесь в среднем в 7 раз выше фоновых, полученных на истоке реки. Максимальное превышение отмечено по NO<sub>3</sub> (в 19 раз), SO<sub>4</sub> (в 18 раз) и Sr (в 14 раз). Уменьшение концентрации отмечено лишь по Ba, что, возможно, связано с неравномерным распределением его в почвах города.

## Заключение

**П**одводя итог вышеизложенному, можно сделать следующие выводы.

Реки, на которых проводился мониторинг, в истоках соответствуют II классу качества – чистые (ИЗВ от 0,53 до 0,81). Вода удовлетворяет самым жестким нормативным требованиям и пригодна для культурно-бытового водопользования.

Речная вода на устьях соответствует IV (загрязненные) классу качества (ИЗВ от 2,35 до 3,10). Вода непригодна для рыбохозяйственного и культурно-бытового водопользования.

Отмечается постоянное увеличение концентраций основных ионов (засоление) в речной воде на территории города.

Основные выявленные ксенобиотики в речных водах – это алюминий, стронций, фосфаты, железо, сульфаты, нефтепродукты, органические соединения и никель.

Причинами появления поллютантов (Al, Ni, Se, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Sr, Fe, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, нефтепродукты) в речных водах являются антропогенные и природные факторы

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

Основные источники загрязнения горных рек:

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

Статус курортного города предполагает наличие определенных лечебных факторов базирующихся на экологически благополучной территории. Тем не менее, если принять состояние поверхностных водотоков за индикатор экологической ситуации в городе, то на сегодняшний день положение может быть оценено как напряженное, имеющее тенденцию к ухудшению.

### Литература

1. Коммонер Б. Замыкающийся круг. Л.: Гидрометеиздат. 1974. 269 с.
2. Экологическая доктрина Российской Федерации от 31 августа 2002 г. № 1225-р. URL: <http://www-sbras.nsc.ru/win/anonses/1001.html> (дата обращения 29.06.2011)

### Ключевые слова:

курорт,  
загрязнение,  
река,  
тяжелые металлы,  
превышение ПДК.

3. Федоров В.Д. Проблема предельно допустимых воздействий антропогенного фактора с позиции эколога // Всесторонний анализ окружающей природной среды. Л.: Гидрометеиздат, 1976. С. 192-212

4. Захаров В.М. Здоровье среды: практика оценки / В.М. Захаров, А.Т. Чубини-швили, С.Г. Дмитриев, А.С. Баранов и др. М.: Центр экологической политики России, 2000. 352 с.

5. Стрельцов А.Б. Биоиндикационные исследования на территории национального парка «Угра» / А.Б. Стрельцов, Е.Л. Константинов, Е.М. Рачкова, О.А. Устюжанина // Природа и история Поугорья. Краеведческие очерки. Вып. 2. Калуга: Изд-во «Полиграф-Инфом», 2001. С. 60-63.

6. Мандра Ю.А. Растения как индикаторы экологического состояния среды курортного региона (на примере города Кисловодска). Автореф. дис. канд. биол. наук. М., 2010. 21 с.

7. 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.

8. Гигиенические нормативы. 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.

9. Малков А.В. Оценка эксплуатационных запасов минеральных вод Северного участка Кисловодского месторождения по состоянию на 2005 г.: В 3 т. / А.В. Малков, И.М. Першин, И.С. Помеляйко. Кисловодск: Изд-во «РИА-КМВ», 2006. 726 с.

I.S. Pomeyl'ayko

## THE STATE OF THE RIVERS AS INDICATOR OF KISLOVODSK ECOLOGICAL SITUATION

Data on the river condition of the health resort Kislovodsk have been presented. Special technique for small rivers monitoring within specially protected areas has been developed.

The main sources of pollutant streams are identified and mapped. The dynamics of the sharp deterioration in the quality of river water by the example of the Belaya has been analyzed, the

human nature of most pollutants of rivers and soil has been stated.

**Key words:** spa, pollution, rivers, heavy metals, MPC exceed