Разработанный гранулированный адсорбент удовлетворяет требованиям, предъявляемым к наполнителю: размер гранул – 2–5 мм; насыпная плотность не более 800 кг/м^3; pH водной вытяжки не более 6,5–8,0.

Принцип действия фильтра состоит в следующем. Сточная вода поступает через патрубок *A* во входной карман *2* первой ступени фильтра. Карман служит для отделения пузырьков воздуха, поступающих вместе со сточной водой. Из нижней части кармана вода поступает в емкость фильтра *1* под слой гранулированного адсорбента, который заключен в сетчатый мешок *6*. Снизу адсорбент лежит на поддерживающей рамке *5*, а сверху зажат прижимной рамкой *4*. Проходя через слой адсорбента, вода очищается от жидких углеводородов. Из верхней части фильтра вода сливается в сбросный карман *3* и поступает на вторую ступень очистки, устроенную аналогично первой. Для более рационального использования адсорбента при уменьшении степени очистки воды следует вторую (нижнюю) ступень фильтра установить на место первой, а на вторую ступень загрузить свежий адсорбент. Использованный загрузочный материал регенерировать экономически невыгодно, так как после промывки насыщенного адсорбента водой сорбционная активность восстанавливается примерно на 30 %. Наиболее целесообразна утилизация отработанных адсорбентов сжиганием на теплоэнергетических установках. Степень очистки стоков в блоке доочистки составляет 98%, что позволяет не только уменьшить экологические платежи, но также организовать повторный водооборот для технических нужд объектов по хранению и реализации нефтепродуктов.

Литература

1. Родионов А. И., Клушин В. Н., Систер В. Г. Технологические процессы экологической безопасности. Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2007. 800 с.

2. Очистка окружающей среды от углеводородных загрязнений / В. Ж. Аренс, А. З. Саушин, О. М. Гридин, А. О. Гридин. М.: «Интербук», 1999. 371 с.

3. Каменщиков Ф. А., Богомольный Е. И. Нефтяные сорбенты. М.; Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2005. 268 с.

4. Петов Н. Разливанное море разливов // Нефть России. 2009. № 5. С. 77–78.

5. Долгих О. Г., Овчаров С. Н. Получение нефтесорбентов карбонизацией лузги подсолнечника // Экология и промышленность России. 2009. № 11. С. 4–7.

6. Пат. 2395336 РФ, МПК7 B01J20/20, B01J20/24. Способ получения углеродного адсорбента из лузги подсолнечной / С. Н. Овчаров, О. Г. Долгих; заявка № 2008143817 / 15; заявл. 05.11.08; опубл. 27.07.10, Бюл. № 21. 9 с.

7. Пат. 2411080 РФ, МПК7 B01J20/24. Способ получения гранулированного адсорбента из лузги подсолнечной / С. Н. Овчаров, О. Г. Долгих; заявка № 2009127298 / 05; заявл. 15.07.09; опубл. 10.02.11, Бюл. № 4. 7 с.

8. Воробьев Ю. Л., Акимов В. А., Соколов Ю. И. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. М.: Ин-октаво, 2005. 368 с.

УДК 504.064

Першин Иван Митрофанович, Помеляйко Ирина Сергеевна

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗОНЫ ГИПЕРГЕНЕЗА КУРОРТА КИСЛОВОДСК

В статье выполнен системный анализ экологического состояния воздушного бассейна, грунтов, поверхностных и подземных грунтовых вод курорта федерального значения Кисловодск. Представлены данные о росте эколого-зависимым заболеваний населения города.

Ключевые слова: системный анализ, экологическая ситуация, атмосфера, грунты, реки, грунтовые воды, здоровье населения.

Pershin Ivan Mitrofanovich, Pomelyayko Irina Sergeevna

SYSTEM ANALYSIS OF THE ECOLOGICAL STATE OF SUPERGENE ZONE RESORT KISLOVODSK

Performed a system analysis of the environmental state of the atmosphere, soil, surface and underground waters for federal resort Kislovodsk. The data on the growth of environmental-dependent diseases in the city.

Key words: system analysis, the environmental situation, the atmosphere, soils, rivers, ground water, human health.

Конец XX – начало XXI века – время, когда экология проходит «красной нитью» развития как отдельных городов и стран, так и континентов в целом. Человечество достигло того уровня развития, когда игнорирование последствий техногенеза стало чрезвычайно опасным. На урбанизированных территориях

существенно (и не в лучшую сторону) изменены все природные оболочки среды обитания. А ведь каждый биологический вид (и человек тут не исключение) может жить в узких рамках той среды, к которой он генетически приспособлен. Если среда изменяется быстрее, чем может наступить адаптация или трансформация вида, организм неизбежно умирает. Вначале снижается иммунитет, возникает эволюционная «апатия», распространяются новые заболевания [1]. Данные Росстата свидетельствуют, что в 2010 г. уровень смертности в России был в 1,3 раза выше, чем 20 лет тому назад (на 100 тыс. человек); в 1,5 раза увеличился уровень общей заболеваемости населения; в 1,6 раз – онкологических заболеваний. Число детей, родившихся больными, или заболевших в период новорожденности увеличилось в 2,2 раза (с 17 до 37 %) [2]. В связи с постоянно растущими темпами антропогенного воздействия на природные комплексы, одной из задач, принятой в 2002 году в РФ экологической доктрины, являлось «создание методологии экологического мониторинга, включая комплексную оценку состояния окружающей среды (ОС)» [3].

Несмотря на достаточно сложную экологическую ситуацию, сложившуюся в большинстве населенных пунктов РФ, существуют регионы, которые принято считать экологически благополучными – это особо охраняемые природные территории, в число которых входят курорты. При этом общиеми экологические проблемы городов-курортов: низкий уровень благоустройства, отсутствие городской канализации, высокая роль жилищно-коммунального комплекса в выбросах отходов, обширный старый автопарк – сложны и многоплановы. В городах курортах, призванных возвращать здоровье, заболеваемость коренного населения, в том числе и детей, порой превосходит средний уровень по РФ. При этом среди заболеваний горожан превалируют именно те, которые призван лечить данный курорт. Целью проводимого на курортах мониторинга в ряде случаев является демонстрация полнейшего благополучия территории, для чего посты наблюдений оборудуют как можно дальше от источников загрязнения, а перечень поллютантов определяемых в той или иной среде сведён к минимуму. К минимуму сведен и перечень природных сред, охваченных системой мониторинга. Нормативы допустимых концентраций поллютантов в природных средах (исключая атмосферу) на курорте ничем не отличаются от других городов. Кроме того, на курортах необходимо использование методов биологического мониторинга, позволяющих получить интегральную оценку последствий воздействия комплекса всех внешних факторов на представителей живой природы. В данном исследовании, учитывая народнохозяйственное значение территории, в качестве ПДК применялись наиболее жесткие из разработанных нормативов.

С целью объективной оценки состояния ОС был выполнен системный анализ экологического состояния зоны гипергенеза курорта. Под зоной гипергенеза в данном исследовании понимается зона сочленения литосферы, гидросферы, атмосферы, в пределах которой сформировалась биосфера в условиях относительно низких температур, давления, наличия свободной воды и кислорода, что необходимо для существования белковых молекул [4].

Анализ экологического состояния воздушного бассейна. Для оценки состояния воздушного бассейна города проводились сбор и анализ данных о концентрации поллютантов в атмосфере и данных по выбросам загрязняющих веществ (ЗВ) в период с 1994 по 2011 годы; определялись вещества, регулярно превышающие ПДК, анализировались возможные пути их поступления в атмосферу. Для оценки качества воздуха в работе применялся комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) который рассчитывался по формуле [5]:

$$ИЗА = \Sigma\ q\text{ср}i\ /(\text{ПДКс.с}i)Ci,$$

где $q\text{ср}i$ – среднегодовая концентрация загрязняющего вещества; ПДКс.с.i – его среднесуточная предельно допустимая концентрация; Ci – безразмерный коэффициент, позволяющий привести степень вредности i-го загрязняющего вещества к степени вредности диоксида серы.

Территория Кисловодска характеризуется повышенным потенциалом загрязнения атмосферы. Застойный режим, который устанавливается в котловине при низкой аэрации, приземных инверсиях и хаотичной застройке вдоль русел рек, способствует накоплению загрязнителей на территории курорта. По итогам исследований можно сделать следующие выводы:

– суммарные выбросы ЗВ за период 1994–2011 гг. увеличились на 10,9 тыс.т. (в 4 раза) за счет выбросов от автотранспорта. Тренд, построенный по данным выбросов от автотранспорта показывает, что темпы роста составляют 0,73 тыс.т. в год (рис. 1);

– на каждый квадратный километр города в 2011 г. было выброшено 200,6 тонн ЗВ, что в 4 раза больше показателя за 1994 год (48,7 т.). Выбросы вредных веществ на душу населения выросли с 30 кг до 106,5 кг;

– концентрации ЗВ в воздухе селитебной зоны в 2–3 раза превосходят показатели, зафиксированные в парке, и не удовлетворяют нормативам по взвешенным веществам (В.В), NO2, NO, бенз(а)пирену (БП);

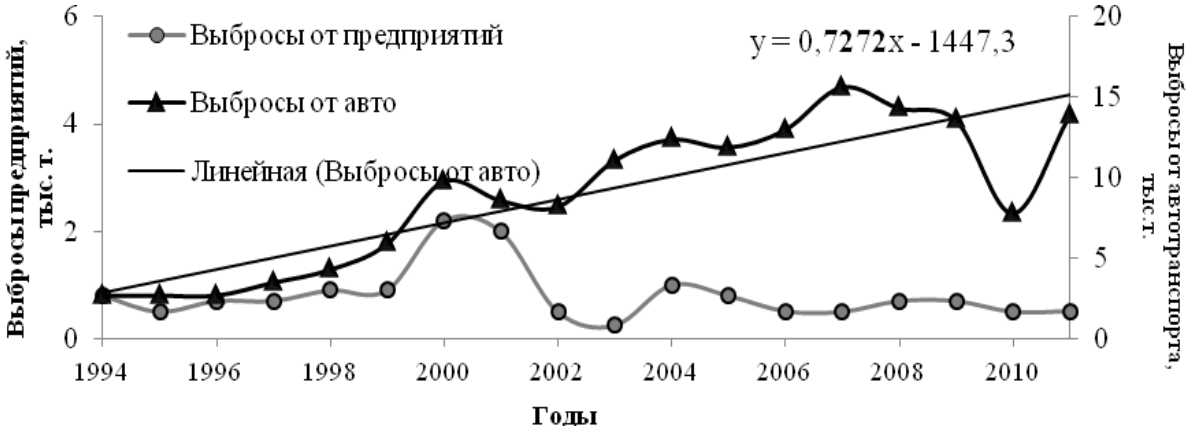

Рис. 1. Выбросы ЗВ от предприятий и автотранспорта в г. Кисловодске

– средне многолетняя концентрация вещества I класса опасности – БП в атмосфере курорта составила – 1,2 нг/м^3, что на 50 % превышает санитарно-гигиенический норматив. В 2011 г. уровень загрязнения воздуха БП превысил норму на 62 %;

– уровень загрязнения атмосферного воздуха в Кисловодске классифицируется как повышенный (ИЗА > 5).

Таким образом, на сегодняшний день, состояние воздушного бассейна свидетельствует о напряженной экологической ситуации сложившейся на курорте.

Анализ экологического состояния грунтов. В рамках изучения объекта исследования на территории города методом ключевых участков были отобраны 14 проб грунта с глубины 0,1 м. Опробовался максимально трансформированный слой, непосредственно контактирующий с поверхностью. Отбор проб осуществлялся методом конверта. Пробы отбирались на регламентируемых функциональных зонах [6]. За фон принимались параметры грунта отобранного в курортном парке, на водоразделе с высотной отметкой 1200 метров. Химический анализ грунтов, выполнялся по 21 показателю, критерии отбора которых обосновывались рядом факторов. Это вещества 1–2 класса опасности (Pb, Hg, Cd, Zn, Ni, Be, Cu, As, F); вещества с повышенным фоном (Ba, Sr); индикаторы различных видов загрязнений (нефтепродукты (НФ), фосфаты (Ф), Al, NH4+, NO3-, Se, Mn); показатели радиоактивности (цезий-137, стронций-90); кислотность среды (pH). Всего за 3 года было выполнено 546 химических анализов. Оценка уровня загрязнения почв проводилась по суммарному показателю загрязнения – *Z*c, отдельно для каждой исследуемой функциональной зоны [7]:

$$Zc = \Sigma\ (Kci + \ldots\ldots Kcn) - (n-1),$$

где *K*c – коэффициент концентрации вещества ($Kc = Ci / C\phi i$); *Ci* – фактическое, *Cф*i – фоновое содержание элемента; *n* – число суммируемых элементов.

Получены следующие выводы:

– наиболее загрязненными являются грунты промзоны и территории, прилегающие к железнодорожному полотну (Zc = 38–108), что соответствует *опасной* категории загрязнения. При данном уровне загрязнения почв увеличивается общая заболеваемость населения, и число детей с хроническими заболеваниями;

– наименьший показатель загрязнения (*Z*c = 11) выявлен в пробе грунта отобранного на детской площадке в селитебной зоне. Данная функциональная зона, по показателю загрязнения грунтов, относится к категории – *допустимая*;

– остальные пробы, относятся к *умеренно опасной* категории загрязнения почв. Суммарный показатель загрязнения *Z*c для них варьирует от 16 до 32. Такое загрязнение ведет к увеличению общей заболеваемости населения;

– на территории курорта имеются зоны, где концентрация Cd превышает нормативы. Среднее валовое содержание Cd в грунтах Кисловодска составляет 1,65 мг/кг, что в 3 раза превышает среднекраевые значения [8] и в 2,5 раза показатели г. Москвы [9]. Среднее содержание ТМ в почвах города превышает среднекраевые значения в 2-3 раза и практически соответствует их концентрации на территории г. Москвы;

– концентрации поллютантов в грунтах в черте города в 1,6–14,2 раза превышают фоновые показатели (табл.1);

Таблица 1

Роль антропогенной нагрузки в трансформации качества грунтов

№ п/п	Компонент (З.В.)	Фоновая концентрация (Сф), *мг/кг*	Средняя по городу концентрация (Сг), *мг/кг*	Превышение над фоном, Сг/Сф
1	Фосфаты	1,11	15,72	14,2
2	Нефтепродукты	11,8	75,25	6,4
3	Ртуть	0,02	0,08	4,0
4	Свинец	10,0	24,4	2,4
5	Цинк	52,5	92,04	1,8
6	Мышьяк	2,2	3,61	1,6
7	Кадмий	1,0	1,65	1,7

– почвы в городе не отвечают гигиеническим нормам по микробиологическим показателям. Доля неблагополучных проб достигает 77 %;

– приуроченность отбора пробы грунта к той или иной функциональной зоне, четко коррелирует с появлением сопутствующего данному виду антропогенной нагрузки, загрязнению (табл. 2).

– установлена сильная положительная корреляционная связь между концентрациями Cd и Sr (r = 0,83), Al и F (r = 0,75). Максимум концентраций Cd и Sr фиксируется вблизи АЗС и автомагистралей; Al и F в зонах сельскохозяйственного назначения.

Таблица 2

Распределение поллютантов в грунтах функциональных зон

Функциональная зона	Величина *Zc*	Категория загрязнения	Основные поллютанты
Промышленная зона +АЗС	37,7–108,1	Опасная	Pb, Hg, Zn, Ni, НФ
Железная дорога	36	Опасная	Cd, Ni, Cu, Hg, Sr, Ф
Авто и ж/дороги, АЗС	22–30	Умеренно опасная	НФ, Hg, Pb, Sr, Cu, Cd, Zn
Селитебная зона, зона сан-охр. реки	19–21	Умеренно опасная	NH4+, Ba, Pb, Sr, As, NO3-, НФ, Ф
Почвы с/х	16–17	Умеренно опасная	Cd, Al, Mn, As, F, Sr, Ф
Детская площадка	10,5	Допустимая	NO3–

Таким образом, эколого-геохимическое состояние грунтов свидетельствует о *напряженной* экологической ситуации сложившейся на курорте.

Анализ экологического состояния поверхностных водотоков. Гидрометрических постов на реках Кисловодска нет, отсутствует информация о санитарно-химическом и микробиологическом состоянии речных вод. На первом этапе исследования был составлен кадастр основных антропогенных источников загрязнения рек в черте города. Определив возможные источники загрязнения каждой реки, были заложены 13 постов наблюдения. Посты располагались соответственно: до возможного источника загрязнения и ниже по течению. Мониторинг проводился по рекам Белая, Березовая, Ольховка и Аликоновка. Пробы воды отбиралась в стрежневой части реки. Замеры проводились 1–2 раза в сезон с обязательным отбором проб в паводок, межень и половодье. Всего за 3 года было выполнено 1886 химических анализов. Химический анализ каждой пробы воды включал определение 34 компонентов. Определялись основные ионы речных вод, индикаторы, характеризующие способность воды к самоочищению, тяжелые металлы (ТМ), индикаторы различных видов загрязнений, компоненты с повышенным фоновым содержанием, неорганические ядовитые вещества, радиационные показатели. Интегральная оценка загрязнения рек по гидрохимическим показателям осуществлялась по индексу загрязнения вод (ИЗВ). Расчет ИЗВ выполнялся по 6 показателям согласно формуле [10]:

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

где *Ci* – концентрация компонента; *N* – количество показателей, используемых для расчета индекса; ПДК*i* – предельно допустимая концентрация для соответствующего типа водного объекта.

Выводы:

– наиболее грязные пробы речных вод зафиксированы в пик межени (январь). Самой грязной рекой г. Кисловодска является р. Белая;

– концентрации поллютантов в реках на устье в 2,5–50 раз выше показателей на истоке (табл. 3);

Таблица 3

Роль антропогенной нагрузки в ухудшении качества речных вод

№ п/п	Компонент (З.В.)	Концентрация на истоке (Си), *мг/дм^3*	Концентрация на устье (Су), *мг/дм^3*	Превышение над истоком, Су/Си
1	Мышьяк	0,001	0,05	50,0
2	Нефтепродукты	0,01	0,25	25,0
3	Стронций	0,4	7,0	17,5
4	Нитриты	0,02	0,29	14,5
5	Кадмий	0,001	0,005	5,0
6	Цинк	0,01	0,04	4,0
7	Свинец	0,004	0,01	2,5

– появление в воде ряда поллютантов может быть связано с преобладающим источником питания реки в тот или иной период (табл. 4);

– во всех реках города в тот или иной период выявлены вещества 1–2 класса опасности, суперэкотоксиканты – *NO_2, Pb, As, Cd*;

Таблица 4

Взаимосвязь преобладающего источника питания с появлением в реках конкретных ЗВ

Взаимосвязь источника питания с ЗВ в реках	Источники питания рек г. Кисловодска		
	снеговое 22 %	дождевое 49 %	подземное 29 %
Наименование ЗВ	БПКполн, NO_2 – Se, НФ	Ni, Fe, НФ, Ф	Mn, Zn, Ni, Cu, Pb, As, Cd

– речные воды не отвечают гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям. Доля неблагополучных проб достигает 94 %;

– в истоках рек, воды соответствуют II классу качества (чистые) и удовлетворяет самым жестким нормативным требованиям; на устьях – IV классу качества (загрязненные), непригодные для рыбохозяйственного и культурно- бытового водопользования;

– наличие антропогенной нагрузки четко коррелируют с появлением конкретного сопутствующего ему вида загрязнения ниже по течению (рис. 2);

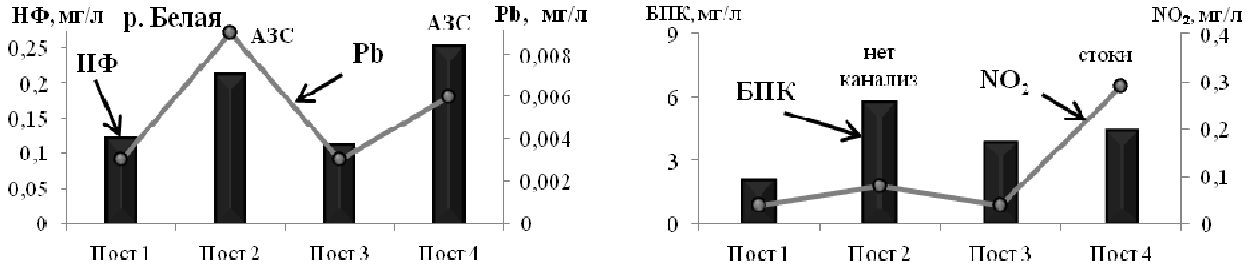

Рис. 2. Влияние антропогенной нагрузки на увеличение количества поллютантов в реках

Экологическая ситуация в городе по санитарно-химическим показателям поверхностных водотоков может быть оценена как *напряженная.*

Анализ экологического состояния грунтовых вод. Поскольку сеть скважин на грунтовые воды была уничтожена в 80-е годы, анализировалась информация по инженерно-геологическим изысканиям под строительство за тридцатилетний срок (1967–1998 гг.). Были собраны данные по 93 площадкам в различных районах г. Кисловодска. Полученная информация свидетельствует о подтоплении большинства районов города. Существенную трансформацию претерпел и химический состав грунтовых вод (увеличение общей минерализации в 2 раза). Мощность зоны аэрации за 30

лет в ряде районов города сократилась в 3 раза. При зонировании территории за основу была принята градация предложенная И. К. Гавич [11]:

1) зона гидравлической связи (критическая) УГВ – 0–3 м. Это селитебная зона смешанной застройки на юго- и северо-западе города. Площадь зоны за 30 лет увеличилась на 18,4 %;

2) зона гидравлической связи (опасная) УГВ – 3–5 м в центре и на западе города с промышленными объектами и многоэтажной застройкой, а также курортная зона. Площадь зоны увеличилась на 2,8 %;

3) капиллярно-инфильтрационная зона (умеренно опасная) УГВ – 5–10 м на востоке и северо-востоке города. На этой территории располагаются промышленные здания, одно- и многоэтажная застройка. Площадь зоны уменьшилась на 3,7 %;

4) инфильтрационная зона (допустимая) УГВ > 10 м занимает около 16,1 % территории. На северо-востоке города это селитебная и промышленная зоны смешанной застройкой. Площадь зоны уменьшилась на 17,4 %.

Грунтовые воды на территории курорта сильно загрязнены, что связано в первую очередь с неканализованным жилым фондом (стоки 10 800 м^3/сут.) и изношенностью коммуникаций (потери 30 800 м^3/сут.). Полученные данные свидетельствуют о наличии в грунтовых водах ТМ в концентрациях до 49 ПДК. Основными поллютантами являются – As, Fe, Sr, Ba, Al, Mn, фосфаты.

По активности процессов гидродинамики уровней и концентраций ЗВ ситуацию с грунтовыми водами следует рассматривать как *критическую*.

По степени и характеру антропогенной нагрузки была построена карта районирования территории Кисловодска (рис. 4).

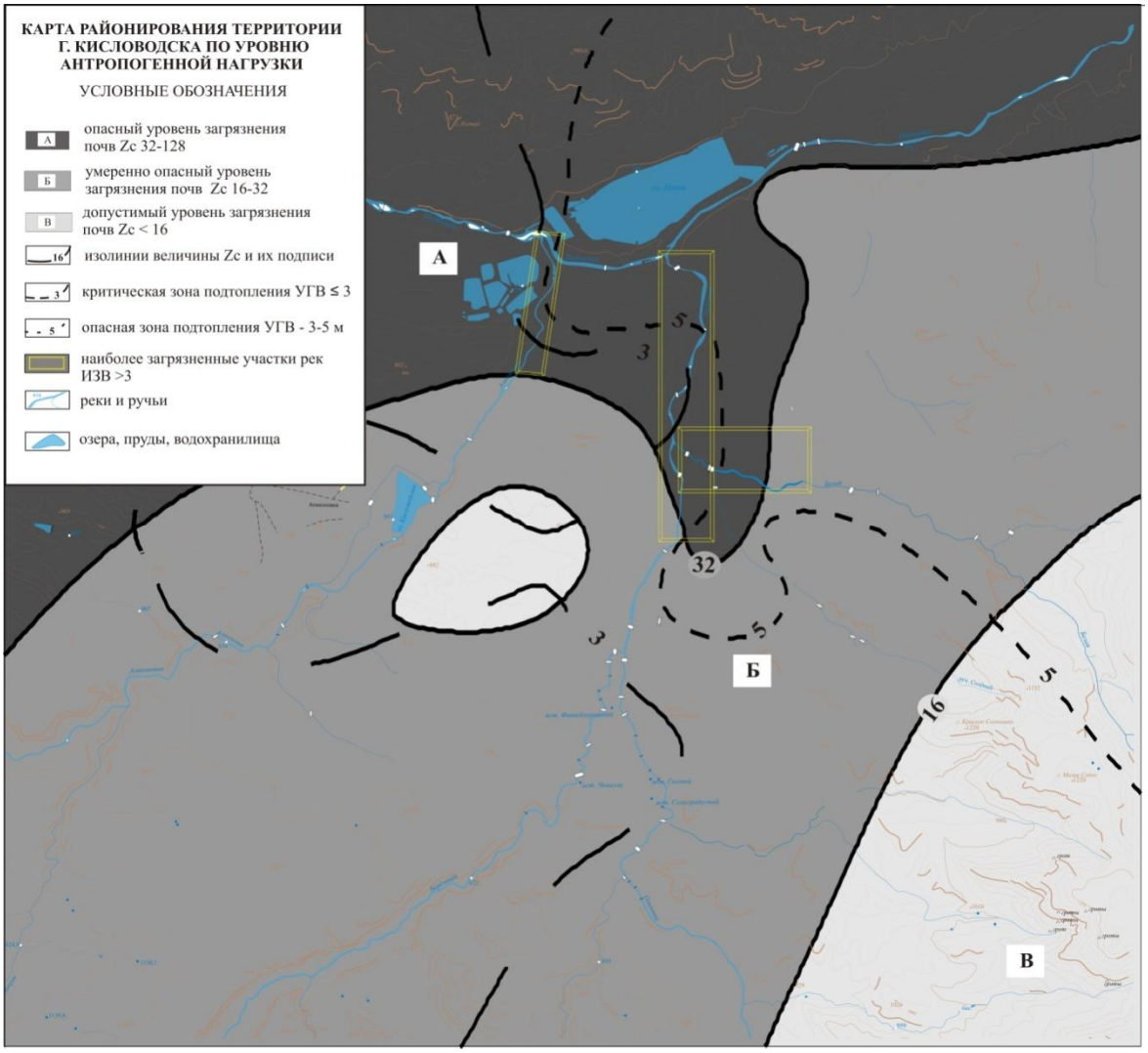

Рис. 4. Карта районирования территории по степени антропогенной нагрузки

Анализ воздействия антропогенного загрязнения на здоровье населения. По данным ВОЗ состояние здоровья населения на 25–30 % зависит от качества ОС. В тесной связи с загрязнением ОС находятся врожденные пороки развития (ВПР), хромосомные аномалии, новообразования (НО), болезни органов дыхания, аллергические заболевания и др. В настоящее время установлено, что среди различных ЗВ свойствами нарушать эмбриогенное развитие обладают: а) БП; б) свинец, кадмий, никель; в) пыль и сажа; г) оксиды углерода, серы и азота. Повышение частоты НО связывают с повышенным уровнем As, Cd, Ni, Cu, Mn, Sr и сульфатов [12].

Перечисленные вещества определяются в атмосфере, почвах, реках и грунтовых водах городской территории, в концентрациях превышающих ПДК. Суперэкотоксиканты накапливаются в организмах и, передаваясь по трофическим цепям, представляют опасность не только для настоящего, но и для будущих поколений. Собранные и проанализированные данные по эколого-зависимым заболеваниям населения г. Кисловодска позволяют сделать следующие выводы:

– коэффициент корреляции r = 0,78–0,86 свидетельствует о сильной положительной связи между концентрацией в атмосфере БП и заболеваемостью у детей НО, ВПР и отклонениями от нормы различного генезиса;

– за 5 лет соматическая заболеваемость у детей выросла на 15,4 %, подростков – 13,0 %, взрослых – 17,6 %;

– за период с 2007 по 2011 г. темпы роста заболеваемости детей ВПР и НО составили (26,3 % и 73 % соответственно), заболеваемость органов дыхания выросла на 23,8 %;

– у детей до 1 года частота врожденных аномалий и хромосомных аберраций увеличилась практически вдвое, с 16,1 на 1000 детей в 2001 г., до 28 в 2011 г.

– Интегральная оценка здоровья населения Кисловодска соответствует *критической* экологической ситуации [13].

Выводы. Резюмируя результаты работы, можно сказать, что состояние всех сред зоны гипергенеза курорта Кисловодск имеет тенденцию к ухудшению Состояние атмосферы, педосферы, поверхностной гидросферы соответствует напряженной экологической ситуации. Состояние грунтовых вод и интегральная оценка состояния здоровья населения соответствуют критической экологической ситуации. В природных средах города, в концентрациях превышающих ПДК зафиксированы суперэкотоксиканты, вещества I класса опасности, тяжелые металлы, такие как БП, Cd, Pb, As, Zn, Ni, Mn, Cu.

Литература

1. Реймерс Н.Ф. Надежды на выживание человечества: Концептуальная экология. М.: ИЦ «Россия Молодая», 1992. 345 с.

2. Россия в цифрах. 2011. Краткий статистический сборник. М.: Росстат, 2011. 581 с.

3. Экологическая доктрина РФ от 31 августа 2002 г. № 1225-р. URL: http://www-sbras.nsc.ru/win/anonses/1001.html (дата обращения: 29.06.2012).

4. Алексеенко В. А. Экологическая геохимия. М.: Логос, 2000. 627 с.

5. Ежегодник состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2010 год / под ред. Э. Ю. Безуглой. СПб.: ООО «Д'Арт», 2011. 224 с.

6. СанПиН 2.1.7.1287-03. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. М.: Минздрав России, 2003. 9 с.

7. МУ 2.1.7.730-99. Методические указания. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. М.: Минздрав России, 1999. 20 с.

8. О состоянии окружающей среды и природопользовании в Ставропольском крае в 2009 году: Сборник / Министерство природных ресурсов Ставропольского края. Ставрополь: Парадокс, 2010. С. 158–175.

9. Почвы Москвы // Федеральный портал РФ. URL: http://www. protown.ru /russia/city/ articles/2866.html (дата обращения: 11.11.2012).

10. Сибагатуллина А. М., Мазуркин П. М. Измерение загрязненности речной воды (на примере малой реки Малая Кокшага). М.: Изд-во Академия естествознания, 2009. 71 с.

11. Гавич И. К. Речной гидролитосферный бассейн – объект гидрогеологического картирования // Тез. докл. конференции научно-преподавательского состава «Новые достижения в науках о Земле». М.: МГГА, 1993, С. 21–26.

12. Алексеев С. В. Экология человека. М.: ГОУ ВУНМЦ РФ, 2001. 639 с.

13. Патюта М. Б. Интегральная оценка здоровья населения КМВ. Ставропольский государственный университет (СГУ). Ставрополь. URL: http://conf. stavsu.ru/WordDocs/96.doc (дата обращения: 1.06.2012).