

ГЕОГРАФИЯ

УДК 556.586.3 (487.325)

Боков С.Ю., Базарский О.В.

КОМПЛЕКСНАЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ГЕОСФЕРЫ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ЛИПЕЦКОГО ПРОМРАЙОНА*

Аннотация. Представлена комплексная геоэкологическая оценка геосферы жизнедеятельности населения Липецкого промрайона. Методология основана на независимых экологических оценках атмосферы, гидросферы и литосферы данного региона.

Ключевые слова: экология, атмосфера, гидросфера, литосфера, методология, кластер.

В геоэкологии, как правило, отдельно изучается техногенная нагрузка на атмосферу, гидросферу и литосферу, что связано с различными методиками описания такой нагрузки [1; 2; 5]. Однако ясно, что экологический риск для населения техногенно нагруженной территории является комплексным, зависящим от нагрузки на все три геосферы.

Комплексную абиотическую составляющую, включающую все три техногенно нагруженных геосферы, назовем геосферой жизнедеятельности населения.

В работе изложена методика комплексной геоэкологической оценки геосферы жизнедеятельности населения промышленного района и сделаны оценки для Липецкого промрайона. Под промрайоном понимается крупный промышленный центр, включая его пригородные водозаборы и агропромышленные комплексы.

Интегральным критерием техногенной нагрузки любой абиотической геосферы является уточненный суммарный показатель загрязнения (СПЗУ), вычисляемый следующим образом [3].

$$\tilde{N}\tilde{I}\tilde{C}\tilde{O} = \sum_{i=1}^n K_c - \log_2 n$$

Здесь: $K_c = \frac{C_i}{\tilde{I}\tilde{A}\tilde{E}_i}$ - коэффициент концентрации i – того загрязняющего вещества

(ЗВ), где C_i - его концентрация, ПДК₁ – его предельно допустимая концентрация; n - число ЗВ. При $K_c \geq 1$ СПЗУ переходит в классический суммарный показатель загрязнения (СПЗ) территории [5]. Шкала ранжирования СПЗУ приведена в табл. 1 и основана на представлении об экологических квантах действия (ЭКД) [4].

Анализ существующих экспериментальных данных показывает, что в среднем в организме человека присутствуют необходимые микроэлементы в концентрации 1/16 части ПДК. Т.е. можно предположить, что ЭКД – это концентрация элементов, необходимая для жизнедеятельности человека, составляющая 1/16 часть ПДК. Тогда четыре ЭКД, равные 0,25 ПДК, определяют уровень природного фона. В этом случае наблюдается динамическое равновесие между поступающими в организм веществами и выводимыми в окружающую среду. Отметим, что определение величины одного ЭКД требует чрезвычайно большой статистической информации, вследствие значительного генетического

* © Боков С.Ю., Базарский О.В.

разнообразия людей, и она нуждается в дальнейшем уточнении. Однако уровень природного фона в диапазоне 4 ЭКД по предлагаемой модели определяется статистически достоверно.

Существует три основных системы выведения ЗВ: твердых через кишечник; жидких через мочеполовую систему и газообразные через систему дыхания. Дополнительно может включаться четвертая комплексная система – потоотделение. Таким образом, только природный фон, когда работают три основные системы выведения ЗВ, абсолютно безвреден для человека, и центрирование СПЗУ осуществляется на уровень 0,25 ПДК.

Уровень от 0,25 ПДК до 0,5 ПДК соответствует техногенному фону, и для поддержания гомеостаза организму требуется комплексная работа четырех систем выведения ЗВ, но они функционируют в нормальном режиме и поддерживают динамическое равновесие.

Уровень загрязнения от 0,5 ПДК до ПДК заставляет работать системы выделения с предельной нагрузкой, но они еще справляются с этой работой, и в организмах не наблюдается накопления вредных веществ. Но динамическое равновесие «окружающая среда-организм» нарушается. В этом ранге возникает круговой цикл. На первом этапе идет накопление ЗВ с увеличением энтропии организма, а на втором этапе – сброс излишних концентраций накопленных веществ в окружающую среду, с восстановлением энтропии организма. Этот цикл требует совершения дополнительной работы для существования организма в экологически неравновесной среде. Уровень, составляющий в верхнем пределе 16 ЭКД, назовем экологической нормой.

Далее, в соответствии с классификацией Трофимова [5] уровень от ПДК до 2 ПДК называется экологический риск, уровень от 2 ПДК до 4 ПДК – компенсируемый кризис, уровень от 4 ПДК до 8 ПДК – некомпенсируемый кризис, уровень больший 8 ПДК – бедствие.

Таблица 1

Таблица ранжирования экологического состояния окружающей среды

Доли ПДК Количество ЭКД	СПЗУ	Ранг
0,0625- 0,25 1-4	$-3 \leq * < -1$	Природный фон
0,25- 0,5 4-8	$-1 \leq * < 0$	Техногенный фон
0,5-1 8-16	$0 \leq * < 2$	Экологическая норма
1-2 16-32	$2 \leq * < 4$	Экологический риск
2-4 32-64	$4 \leq * < 8$	Компенсируемый кризис
4-8 64-128	$8 \leq * < 16$	Некомпенсируемый кризис
>8 >128	$* > 16$	Бедствие

Отметим качественные характеристики рангов.

Ранг природного фона соответствует естественному состоянию природной геосферы, когда биота находится с ней в динамическом равновесии в микроэлементном смысле, т.е. обеспечивает биоту необходимым для жизнедеятельности количеством природных веществ в обратимом микроэлементном процессе.

Ранг техногенного фона соответствует повышенному содержанию некоторых веществ в природной геосфере за счет антропогенной нагрузки. В этом случае природное равновесие нарушается и избыток этих веществ, ставших для биоты вредным, сбрасывается в окружающую среду за счет включения в работу дополнительных систем выведения ЗВ, реализующих обратимый процесс.

Ранг экологической нормы предполагает дальнейшее нарушение природного равновесия, когда избыток вредных веществ выводится за счет работы всех возможных систем выведения ЗВ и реализуется циклический необратимый процесс жизнедеятельности организма без накопления вредных веществ.

Ранг экологического риска предполагает накопление ЗВ в ослабленных организмах. В этом случае возможны экологически обусловленные заболевания слабых организмов, но эта связь статистически недостоверна.

Ранг компенсируемого кризиса предполагает столь высокую концентрацию загрязняющих веществ в организме, что они накапливаются в нем и вызывают достоверно установленные экологические заболевания. Однако изменение среды обитания организма и медицинские мероприятия позволяют вывести избыток вредных веществ из организма и привести его в нормальное состояние.

Ранг некомпенсируемого кризиса предполагает чрезвычайно высокое накопление вредных веществ в организме, так что изменение среды обитания и лечение позволяют только затормозить процесс накопления. В организме происходят необратимые изменения, приводящие к его преждевременной гибели.

Ранг бедствия делает невозможным длительное существование основной части биоты в такой природной среде. При этом только отдельные организмы за счет генетических мутаций могут приспособиться к новой природной геосфере их жизнедеятельности, давая начало новой популяции.

Литосфера является стационарной частью геосферы жизнедеятельности населения. Поэтому ее можно использовать в качестве маркера, характеризующего пространственное распределение загрязнений по промрайону. В качестве примера на рис. 1 приведена карта-схема распределения тяжелых металлов по Липецкому промрайону, где СПЗУ вычислялось по девяти тяжелым металлам: кадмию, свинцу, никелю, марганцу, меди, цинку, хромю, ртути и мышьяку [8].

Пробы отбирались по асимметричной сети в 76 точках. Ранжирование производилось согласно табл. 1. Анализ карты позволил сделать следующие выводы:

- в рамках некомпенсируемого экологического кризиса находятся почвы в районе ОАО «НЛМК» (точка 8), где происходили многолетние накопления тяжелых металлов. Пятно некомпенсируемого загрязнения ориентировано в северо-восточном направлении за счет ветрового переноса. Здесь необходима срочная рекультивация почвы.

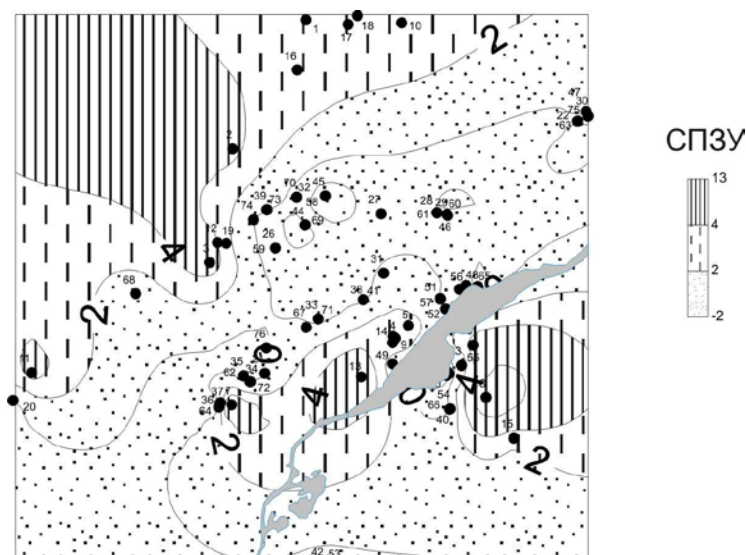


Рис. 1. Карта-схема загрязнения почв тяжелыми металлами Липецкого промрайона

- в рамках компенсируемого экологического кризиса находятся: ареал вокруг ОАО «НЛМК»; исторический центр г. Липецка, проспект Победы; северо-западная часть города с напряженными автомобильными трассами, ОАО «БУМ ПАК», асфальтобетонным заводом и заводом гипсокартона

- в рамках экологического риска находится значительная часть левобережья, кроме района ОАО «НЛМК», часть центральной и западной части города;

- к зоне экологической нормы можно отнести правобережную часть г. Липецка, расположенную вблизи р. Воронеж, его южную часть и северо-восточную часть. С юго-запада г. Липецка на юго-восток простирается наиболее чистая зона техногенного фона, пригодная для строительства жилья. Точки города с наибольшим уровнем загрязнения городских почв: 8– МСОК в парке НЛМК, СПЗУ = 13,43- некомпенсируемый кризис; 2-3- жилые дома у федеральных трасс, СПЗУ = 4,63 и 5,31- компенсируемый кризис; 6- ЛЗВ «Липецк», СПЗУ = 5,72- компенсируемый кризис; 7- проспект Победы, СПЗУ = 7,81 - компенсируемый кризис, приближенный к некомпенсируемому; 11- здание мотеля у трассы, СПЗУ = 4,88 - компенсируемый кризис; 12- завод по производству светопрозрачных конструкций, СПЗУ = 4,56- компенсируемый кризис; 13- автотехцентр ЗАО «Агрореммаш», СПЗУ = 7,54 - компенсируемый кризис, приближенный к некомпенсируемому. Экологически наиболее благоприятные точки города:

45- центральный пляж – правый берег. СПЗУ = -1,68- природный фон;

22-23 – центральный пляж. СПЗУ = - 1,2 и -1,55 – природный фон;

46-48 – пляж ЛТЗ. СПЗУ = -1,65 и -1,8 - природный фон;

26 – парк «Быханов сад». СПЗУ = - 0,93 граница техногенного и природного фона;

24 – ЦПКО «Нижний Парк». СПЗУ = - 1,12 – природный фон;

36 – Детская областная больница. СПЗУ = - 0,95– граница техногенного и природного фона;

30 – Городская поликлиника №4. СПЗУ = -0,83 техногенный фон;

33 – парк Победы. СПЗУ = - 0,86 – техногенный фон.

В целом по Липецку СПЗУ = $1 \pm 2,73$. Т.е. среднее значение интегрального загрязнения почв города лежит в ранге экологической нормы. Однако среднеквадратичное отклонение и относительная ошибка 273,3% очень велики, что свидетельствует о существенной пространственной неравномерности загрязнения. Городские почвы являются стационар-

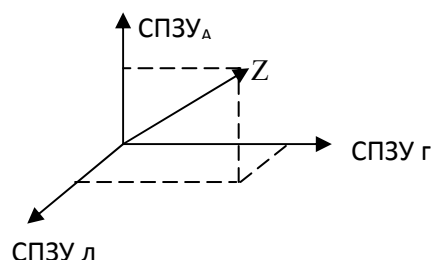
ными маркерами экологического неблагополучия тех или иных районов города.

Основные вещества, загрязняющие атмосферу промрайона, превышающие природный фон: двуокись серы, сероводород, фенол, оксид углерода, оксид азота, двуокись азота, формальдегид, твердые частицы.

СПЗУ атмосферы промрайона равен 7,13, что свидетельствует о явном экологическом неблагополучии этой абиотической геосферы промрайона.

Основные вещества, загрязняющие питьевую воду района, превышающие природный фон: нитраты, хлориды, железо, марганец, хром, а также общая жесткость воды. СПЗУ питьевой воды промрайона равен 6,26. Эта геосфера, так же, как и атмосфера, попадает в область компенсируемого экологического кризиса.

ЗВ, находящиеся в различных геосферах при температурах жизнедеятельности людей, существуют в различных агрегатных состояниях и отличны друг от друга в различных геосферах. Поскольку корреляционные связи между ними отсутствуют, пространство признаков природных геосфер, образующих геосферу жизнедеятельности населения, можно представить в виде ортогональной системы координат (рис.2).



Комплексное геоэкологическое состояние техногенно нагруженной территории будем характеризовать вектором в этом трехмерном ортогональном пространстве признаков.

$$Z = \sqrt{(\tilde{N}\tilde{I}\tilde{C}\tilde{O}_A)^2 + (\tilde{N}\tilde{I}\tilde{C}\tilde{O}_A)^2 + (0.5\tilde{N}\tilde{I}\tilde{C}\tilde{O}_E)^2}$$

Здесь учтено, что вклад атмосферы и гидросферы в экологическое состояние составляет порядка 40%, а литосферы – 20%, поскольку ее вклад косвенный, осуществляемый через трофические цепи. Тогда весовые коэффициенты атмосферы и гидросферы равны единице, а литосферы – 0,5.

Назовем Z - комплексным индекс-вектором геоэкологического состояния техногенно нагруженной территории. Эта величина характеризует геоэкологическое состояние сферы жизнедеятельности населения.

В соответствии с принятым интегральным ранжированием величины СПЗУ, начиная с уровня экологической нормы, нормальное состояние сферы жизнедеятельности населения будет при условии:

$$0 \leq Z_H < 3$$

так как граница экологической нормы и риска определяется следующим образом:

$$Z = \sqrt{(2)^2 + (2)^2 + (0.5 \cdot 2)^2} = 3$$

Аналогично для комплексного экологического риска получаем:

$$0 \leq Z_P < 6.$$

Для комплексного компенсируемого кризиса:

$$6 \leq Z_{KK} < 12.$$

Для комплексного некомпенсируемого кризиса:

$$12 \leq Z_{\text{нк}} < 24.$$

Для бедствия: $Z_{\text{б}} > 24$.

Таким образом, классификация комплексной геоэкологической ситуации сферы жизнедеятельности населения техногенно нагруженной территории определяется по попаданию экспериментально измеренного индекс-вектора в один из пяти комплексных выше рассчитанных кластеров. Индекс-вектор геоэкологического состояния Липецкого промрайона равен:

$$Z = \sqrt{7,13^2 + 6,26^2 + 0,5^2} = 9,5$$

Он попадает в кластер компенсируемого экологического кризиса. Это значит, что у определенной части населения промрайона возможны экологически обусловленные заболевания. Видно, что вклад литосферы в индекс - векторе пренебрежимо мал, т.е. экологически обусловленные заболевания зависят от чистоты воздуха и питьевой воды, потребляемых жителями промрайона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ 17.2.3.01.86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 22 с.
2. ГОСТ Р 18826 – 74. Вода питьевая. – М.: Изд-во стандартов, 1977.
3. Базарский О.В. Универсальная модель геоэкологической оценки состояния природных геосфер. Материалы международной конференции «Экологическая геология: научно-практические, медицинские и экономико-правовые аспекты». – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2009. – 119-122 с.
4. Базарский О.В. Принципы универсальной экологической метрики // Материалы научной сессии Воронежского госуниверситета. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2008. – 6-9 с.
5. Трофимов В.Т. Экологические функции литосферы/ Д.Г. Зилинг, Т.А. Барабошкина и др. под ред. В.Т. Трофимова. – М.: Изд-во МГУ, 2000.

S. Bokov, O. Bazarskiy

METHODOLOGY OF COMPLEX ECOLOGICAL ESTIMATION OF POPULATION VITAL ACTIVITY GEOSPHERE FOR LIPETSK INDUSTRIAL ZONE

Abstract. Methodology of complex ecological estimation of population vital activity geosphere for Lipetsk industrial zone is given. Methodology is based on the ecological state estimations of atmosphere, hydrosphere and lithosphere in this region.

Key words: ecology, atmosphere, hydrosphere, lithosphere, methodology, cluster.