

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА МАССИВОВ МНОГОМЕРНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАВИСИМОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РОЖДАЕМОСТИ И СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ОТ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И СОЦИАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ

Н.Г. Булгаков, А.П. Левич, И.А. Гончаров, Е.В. Будилова

*Биологический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия,
e-mail: bulgakov@chronos.msu.ru*

Применительно к человеку удобным показателем ухудшения состояния урбанизированных экосистем может служить рождаемость и смертность взрослых и детей, а также их подверженность определенным заболеваниям, которые индуцируются факторами окружающей среды.

Обширная группа заболеваний, а также повышение общей заболеваемости напрямую связывается с интенсивным загрязнением питьевых вод [1], воздуха и почвы в результате производственной деятельности человека. Каждое из групп заболеваний характеризуется своими особенностями (пространственное распределение, распространенность в популяции) но все они зависимы от экологических факторов [2].

Степень влияния антропогенного воздействия на заболеваемость и смертность людей зависит от социальных особенностей, складывающихся на территории как крупных регионов (например, республик Северного Кавказа), так и локальных районов или отдельных городов [2]. Важным фактором также является уровень благосостояния населения в регионе, выражаемый, например, средней величиной заработной платы.

Материалы и методы

В качестве исходных данных для анализа использованы два массива данных Росстата (<http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main/>) за 2008 г.: 1) по 168 городам России – демографические индикаторы (на 1000 населения): общая смертность и рождаемость; факторы загрязнения (на 100 тыс. населения; общее количество и количество уловленных и утилизированных выбросов в атмосферу, общее количество, количество загрязненных, количество неочищенных загрязненных сточных вод, количество твердых и жидких бытовых отходов), социальный фактор (среднедушевая зарплата населения); 2) по 82

субъектам Федерации – демографические индикаторы (на 1000 населения): рождаемость, смертность (общая и детей до 1 года), общая заболеваемость; факторы загрязнения (на 100 тыс. населения; общее количество и количество уловленных выбросов в атмосферу, количество сброшенных загрязненных вод), климатические факторы (средняя температура января, средняя температура июля, разность между среднеянварской и среднеиюльской температурами).

Для городов России анализ проводили по общему массиву данных (168 наблюдений), а также по двум выборкам: для крупных городов (свыше 200 тыс. жителей) – 91 наблюдение, малых городов (менее 200 тыс. жителей) – 77 наблюдений и городов центральной части и северо-запада России – 92 наблюдения. Для субъектов Федерации исследовали общий массив данных (82 наблюдения), массив данных по субъектам численностью более 1 млн. жителей – 52 наблюдения, массив данных по субъектам европейской части России – 55 наблюдений.

В статье использован метод установления локальных экологических норм (метод ЛЭН) [3-5] для проведения биоиндикации по показателям здоровья населения и экологического нормирования факторов загрязнения городской среды.

Алгоритм метода лучше все представить в виде диаграммы, изображенной на рис. 1. По оси X здесь отложены значения воздействующего фактора, по оси Y – значения биологической характеристики. Граница между благополучными и неблагополучными значениями названа границей нормы индикатора (ГНИ) состояния экосистемы, а граница между допустимыми и недопустимыми значениями названа границей нормы фактора (ГНФ). При этом объяснимо наличие точек в области "с", поскольку ее наполненность связана с влиянием на индикатор не только количества сточных вод, но и всех существующих в среде факторов. Однако, область "b" на рис. 1 обязательно должна быть пуста. Другими словами, недопустимые значения фактора никогда не должны приводить к благополучным значениям индикатора независимо от действия других факторов. В реальности в силу возможности случайного попадания точек в область "b" (ошибки в определении или расчете значений фактора и индикатора) требование к её пустоте приходится смягчать, требуя, чтобы область "b" была "как можно более" пустой.

Степень "пустоты" области "b" относительно областей "a" и "d" характеризует критерий точности $T = \sqrt{\frac{n_a}{n_a + n_b} \cdot \frac{n_d}{n_d + n_b}}$, где n_i – число наблюдений в области "i". Точность

изменяется от 0 до 1, и чем больше точность, тем более "пуста" область "b". Алгоритм ме-

тогда ЛЭН состоит в выборе таких границ, для которых критерий точности максимален. При этом найденный критерий точности должен быть не меньше заданного минимума – 0,75.

Количество наблюдений в областях "a" и "d" должно быть достаточно представительным, чтобы результат поиска был достоверным. Представительность можно описать критериями $ПР_{инд} = n_a/N$ и $ПР_{факт} = n_d/N$ соответственно для индикатора и фактора, здесь N – общее число совместных наблюдений за индикатором и фактором. Каждая из представительностей должна быть не меньше заданного минимума – 0,2 (при поиске двусторонних границ фактора – 0,13).

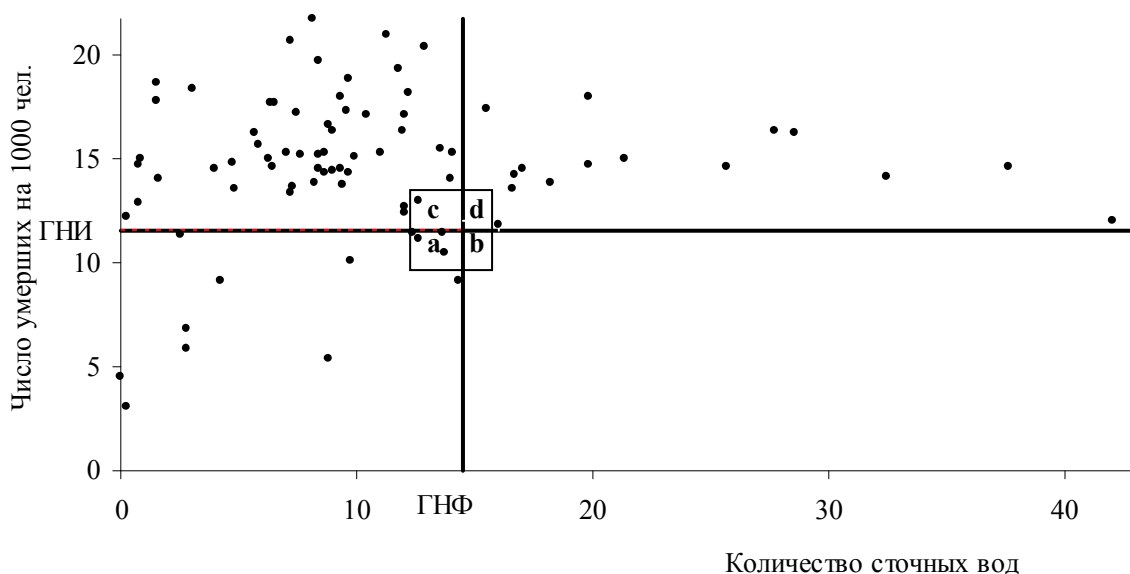


Рис. 1. Распределение значений индикатора в случае воздействия загрязненных сточных вод на общую смертность человеческой популяции

Неблагополучие для смертности и заболеваемости искали в области высоких значений индикаторов, для рождаемости и зарплаты – в области низких значений. Недопустимость для выбросов, сбросов и отходов искали в области высоких значений, для уловленных выбросов – в области низких значений, для климатических факторов – и в области низких, и в области высоких значений.

Для определения вклада факторов в неблагополучие индикаторов использовали характеристику полноты $\Pi = \frac{n(d)}{n(c+d)}$, которая показывает долю неблагополучных значений

тор							
Все города							
С – ЗСВ	12,71	34,08	0,83	0,29	0,25	0 - 98	0,27
С – СВ	12,03	37,05	0,85	0,22	0,29	0 - 119	0,19
Крупные города							
Р – МТБ	12,21	286,31	1	0,19	0,17	51 - 449	0,16
Малые города							
Р – ВЗ	12,33	8,51	0,81	0,25	0,25	0,1 - 104	0,35
Города центральной части и северо-запада России							
С – УВЗ	12,92	1,2	0,75	0,25	0,27	0 - 551	0,41
С – ЗСВ	12,94	27,82	0,78	0,28	0,31	0,2 - 81	0,31
С – МТБ	13,31	234,47	0,81	0,29	0,34	71 - 437	0,24

Таблица 2.

Границы нормы индикаторов (ГНИ) и границы нормы факторов (ГНФ) для субъектов Российской Федерации. Т – точность, ПРи – представительность по индикатору, ПРф - представительность по фактору, МиМ – минимум и максимум значения фактора, П – полнота, Р – рождаемость, С – смертность, СД – смертность детей, З – общая заболеваемость, ВЗ – количество выброшенных в атмосферу загрязнений, ЗСВ - количество загрязненных сточных вод, ТЯ – средняя температура января, ТИ – средняя температура июля, РТ – разница между среднеянварской и среднеиюльской температурами

Индикатор – фактор	ГНИ	ГНФ	Т	ПРи	ПРф	МиМ	П
1 Р – РТ	12,72	н 27,02	1	0,34	0,28	17,2 - 49,5	0,43
Р – ТЯ	12,72	в -7,72	0,85	0,29	0,27	-33,8 - 1	0,41
СД – ТИ	7,71	н 17,01; в 20,82	0,79	0,28	0,15; 0,21	8,3 - 25,9	0,56
СД – ТЯ	7,71	н -14,96	0,93	0,34	0,29	-33,8 - 1	0,46
СД – ВЗ	7,61	10,77	0,79	0,28	0,28	0 - 85	0,43
СД – РТ	7,71	в 34,94	0,92	0,34	0,27	17,2 - 49,5	0,42
З – ТИ	738,34	н 18,21	0,89	0,36	0,26	8,3 - 25,9	0,44

З – ЗСВ	662,28	12,76	0,9	0,2	0,25	0 - 42	0,32
З – ВЗ	699,05	13,49	0,95	0,26	0,22	0 - 85	0,31
2 Р – ТЯ	12,22	в -9,35	0,9	0,33	0,4	-28,2 – - 2,5	0,64
Р – РТ	12,22	н 27,7	1	0,37	0,29	19,9 – 46,9	0,45
Р – ТИ	12,22	н 18,84	1	0,25	0,33	12,1 – 25,9	0,44
СД – ТИ	7,52	н 17,74; в 20,86	0,8	0,27	0,13; 0,21	14,8 – 24	0,53
СД – ВЗ	7,53	10,33	0,84	0,29	0,31	0,7 – 85	0,47
СД – ТЯ	7,71	н -14,98	0,89	0,38	0,25	-28,2 – - 2,5	0,43
СД – РТ	7,71	в 34,82	0,89	0,38	0,25	19,9 – 46,9	0,43
З – ВЗ	700,3	13,59	0,92	0,22	0,22	0,7 – 85	0,28
3 Р – РТ	12,02	н 26,07	1	0,31	0,31	17,2 – 39,2	0,45
Р – ТЯ	11,82	в -7,2	0,79	0,27	0,29	-16 – 1	0,44
С – ТЯ	14,07	в -6,36	0,92	0,25	0,2	-16 – 1	0,28
СД – ТИ	7,02	н 17,7 – в 23,08	0,89	0,27	0,15; 0,15	12,1 – 25,9	0,42
З – ТИ	723,08	н 19,24	0,85	0,29	0,35	12,1 – 25,9	0,53
З – ТЯ	695, 27	н -9,9	1	0,27	0,31	-16 – 1	0,42
З – РТ	725,6	н 26,07	0,84	0,31	0,25	17,2 – 39,2	0,4

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (гранты 09-07-00204-а, 09-04-00541-а).

1. Эльпинер Л.И. Качество природных вод и состояние здоровья на селения в бассейне Волги // Водные ресурсы. 1999. Т. 26. № 1. С. 60-70.

2. Розенберг Г.С. Волжский бассейн: на пути к устойчивому развитию Тольятти: Кассандра, 2009. 478 с.

3. Левич А.П., Терехин А.Т. 1997. Метод расчета экологически допустимых уровней воздействия на экосистемы (метод ЭДУ) // Водные ресурсы. Т. 24. № 3. С. 328–335.

4. Левич А.П., Булгаков Н.Г., Максимов В.Н. 2004. Теоретические и методические основы технологии регионального контроля природной среды по данным экологического мониторинга. – М.: НИИ-Природа. 271 с.

5. Левич А.П., Булгаков Н.Г., Максимов В.Н., Рисник Д.В. "In situ"-технология установления локальных экологических норм // Вопросы экологического нормирования и разработка системы оценки состояния водоемов. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. С. 32-57.

SUMMARY

Bulgakov N.G., Levich A.P., Goncharov I.A., Budilova E.V.

USE OF METHODS ANALYSING MULTIDIMENSIONAL DATA FOR THE STUDY OF DEPENDENCE OF INDICATORS BIRTH RATE AND DEATH RATE WITHIN POPULATION OF THE RUSSIAN FEDERATION ON ECOLOGICAL AND SOCIAL FACTORS

According to data of medical statistics and data about quantity of dumps and drains in the largest Russian cities and in subjects of the Russian Federation by means of the method of determination of local ecological norms, ecologically admissible standards for medical indicators and dumps (drains) for separate regions of Russia classified by geographical position and number of population are calculated.