

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ИЗУЧЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ВЫСОКОУРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

© 2011 г. Н. М. Ерина

Новочеркасская государственная мелиоративная академия

В статье рассмотрены основные факторы, влияющие на состояние здоровья населения. С помощью корреляционно-регрессионного анализа показана зависимость выбросов вредных веществ в атмосферу выбросов в атмосферу и заболеваемостью населения г. Новочеркасска.

Ключевые слова: загрязнение природной среды; корреляционно-регрессионный анализ; парная экономическая зависимость; заболеваемость населения.

The paper describes some basic factors, which have an influence upon the population's health. With the help of correlation and regression analysis author shows, how emissions of harmful substances into the atmosphere affects a morbidity of the population in Novocherkassk.

Key words: pollution of the environment; correlation and regression analysis; a pairwise economic dependence; population's sickness rate.

Среди факторов, влияющих на здоровье человека, состояние природной среды его обитания было и остается одним из важных. На протяжении многих тысячелетий биологической эволюции человека его организм адаптировался к изменениям этой среды, так же как и она справлялась с антропогенной нагрузкой. Но научно-технический прогресс второй половины двадцатого века резко увеличил масштабы антропогенного воздействия. Способность природной среды к самоочищению нарушилась, а во многих регионах оказалась исчерпанной.

В научной литературе двух последних десятилетий появились многочисленные публикации, констатирующие отрицательное влияние загрязнения природной среды на здоровье населения, как за рубежом, так и в нашей стране [1]. Многие из них содержат не только качественные, но и количественные оценки такого влияния, полученные на основе статистического анализа эколого-гигиенических данных. Существуют различные методы, позволяющие изучить экономические, социальные и экологические взаимозависимости. Некоторые, из которых основаны на расчете

корреляционно-регрессионных параметров.

Например, с использованием регрессионного анализа можно устанавливать зависимости объемов водопотребления и водоотведения от ряда показателей, характеризующих достигнутый уровень развития водопользователей.

Для этого можно строить зависимости:

$$\left. \begin{aligned} W_i &= f_1(P_i, K_i) \\ G_i &= f_2(P_i, K_i) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где i – индекс водопользователя; W_i , G_i – соответственно объемы водопотребления и водоотведения; f_1 , f_2 – уравнения регрессии; P_i – объем выпускаемой продукции; K_i – объем капиталовложений.

С помощью корреляционного анализа, как правило, рассматривается влияние одного показателя (или нескольких) на другой.

Показатели качества воды в местах водозаборов и в зонах рекреаций водоемов области по своему химическому составу не отвечают санитарно-гигиеническим нормативам (табл. 1).

Данные социально-гигиенического мониторинга по состоянию водных объектов

Таблица 1

Качество воды поверхностных водоемов в зонах рекреации, 2004–2006 гг.

Территории (водный объем)	% проб, не отвечающих гигиеническим нормам					
	химические показатели			микробиологические показатели		
	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.
1. Азов	76,9	72,7	40,9	100	93,75	100
2. Белая Калитва	30,1	29,2	75	31,42	52,8	40,1
3. Волгодонск	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5
4. Каменск-Шахтинский	50,0	72,7	82,8	25,5	40,7	19,2
5. Новочеркасск	100	100	79,2	29,9	48,5	23,9
6. Новошахтинск	63,1	80,0	53,3	14,8	3,2	37,5
7. Ростов-на-Дону	17,6	11,8	11,65	62,8	76,1	84,97
8. Таганрог	70,8	55,0	29,2	60,1	57,1	59,7
9. Шахты	0,0	11,76	4,2	6,7	62,5	32,3

свидетельствуют о том, что все водоисточники как поверхностные, так и подземные, подвергаются антропогенному воздействию с различной степенью интенсивности. Анализ результатов лабораторного контроля качества воды водоемов 1-й категории водопользования только за 2006 г. свидетельствует об ухудшении качества воды в местах водозаборов по химическим и некотором улучшении по микробиологическим показателям. Так, показатель микробиологического загрязнения воды в местах водозабора уменьшился и составил 37,9%, и наоборот показатель химического загрязнения увеличился до 33,9% проб воды. Следует отметить также, вирусное загрязнение в поверхностных источниках водоснабжения было обнаружено в 59,2% проб воды.

Основными причинами загрязнения поверхностных водных объектов является сброс неочищенных, недостаточно очищенных и необеззараженных сточных вод с коммунальных, промышленных, сельскохозяйственных объектов, а также сброс ливневых, талых, шахтных, дренажных вод с оросительных систем и др. Таким образом, вода источников водоснабжения пригодна для питья только после ее очистки и обеззараживания, качественное проведение которых требует дополнительных финансовых вложений, что весьма затруднительно в настоящее время.

Одним из важных факторов охраны здо-

ровья населения региона является доброкачественная питьевая вода. По итогам последних лет установлено, что централизованным водоснабжением в Ростовской области охвачено 90% населения, в городах области – 97,0%, в сельских населенных местах – 73,4%. Следует отметить, что около 10,5% населения используют для питьевых целей воду общественных и индивидуальных колодцев, качество которой не отвечает гигиеническим требованиям по химическим показателям в 52,9% проб, микробиологическим – в 29,7% проб.

Высокая степень изношенности сетей, низкая их санитарная надежность, перебои в подаче воды или подача ее по графику, отсутствие обеззараживания воды на сельских водопроводах, несвоевременное устранение аварий на водопроводных и канализационных сетях приводят к так называемому вторичному загрязнению питьевой воды.

В контексте сказанного проблема обеспечения потребителей качественной питьевой водой не только не решена, но и приобрела кризисный характер. В таблице 2 проведено ранжирование городов Ростовской области по степени несоответствия питьевой воды техническим требованиям с учетом различных показателей.

Из данных таблицы 2 видно, что ранжирование проведено по наилучшему показате-

Таблица 2

Ранжирование городов Ростовской области по степени несоответствия питьевой воды гигиеническим требованиям

Наименование городов	% не отвеч. гиги. норм. по микроб. показ.	Ранг	% не отвеч. гиги. норм. по хим. показ.	Ранг	Кол-во населения, тыс. чел.
1. Азов	14,4	14	22,4	11	83268
2. Батайск	2,4	4	15,9	9	106900
3. Белая Калитва	3,1	7	4,5	4	88001
4. Волгодонск	0,0	1	0,0	1	178781
5. Гуково	2,6	4	0,0	1	740000
6. Донецк	6,3	10	52,3	13	52104
7. Зверево	0,0	1	4,9	5	29752
8. Каменск-Шахтинский	3,3	8	11,0	6	98100
9. Красный Сулин	19,4	16	11,4	7	47571
10. Миллерово	16,0	15	62,5	14	38874
11. Новочеркасск	2,9	6	11,7	8	185401
12. Новошахтинск	10,5	12	69,1	15	117800
13. Ростов-на-Дону	1,6	3	2,6	3	1007157
14. Сальск	8,2	11	94,5	16	63100
15. Таганрог	3,3	8	22,4	11	281600
16. Шахты	11,7	13	18,1	10	252600
Итого по городам	4,4		19,7		2705009

лю качества питьевой воды, из 16 представленных городов можно выделить Волгодонск, Гуково и Ростов-на-Дону, имеющие положительные характеристики.

В настоящей статье рассмотрены аспекты интерпретации результатов корреляционного анализа и на конкретном примере решена прикладная задача, свидетельствующая о высокой вероятности корреляционной связи либо между количеством вредных выбросов в атмосферу, либо между величиной сброса загрязняющих веществ в атмосферу в водные объекты и численностью населения, подверженную различного рода заболеваниям по статистическим данным «Экологического вестника Дона» [2].

Ниже приведены данные о валовых выбросах вредных веществ (тыс. тонн в год), о сбросе загрязняющих веществ в водные объекты (тыс. тонн в год) и количество жителей (относительный показатель на 1000 населения) зарегистрированных с разного рода заболеваниями (в том числе учитывались и различные возрастные группы) по городу Новочеркасску за десятилетний период (табл. 3).

Так, в соответствии с законом экологичес-

кой корреляции – в экосистеме, как и в любом другом целостном образовании, особенно в биотическом сообществе, все входящие в нее виды живого и абиотические экологические компоненты функционально соответствуют друг другу. Выпадение одной части системы (например, уничтожение вида) неминуемо ведет к исключению всех тесно связанных с этой частью системы других ее частей и функциональному изменению целого в рамках закона внутреннего динамического равновесия.

Нами было проведено два исследования: цель первого заключалась в изучении взаимосвязи между заболеваемостью населения и вредными выбросами в атмосферную среду и соответственно второе было направленно на выявление зависимости здоровья населения от качества пригодной для употребления питьевой воды.

Таким образом, были установлены параметры линейного корреляционно-регрессионного уравнения парной экономической взаимозависимости валовых выбросов по городу Новочеркасску и заболеваемости жителей,

Таблица 3

**Показатели выбросов вредных веществ и заболеваемости населения
г. Новочеркасска в динамике**

Временной период, г.	Нозологический уровень, ‰	Валовой выброс вредных веществ, тыс. т	Сброс загрязняющих веществ в водные объекты, тыс. т
1999	368,7	275,5	33,4
2000	467,6	288,8	33,8
2001	498,4	264,6	34,2
2002	389,7	273,7	34,9
2003	354,9	237,0	35,6
2004	321,6	228,0	37,1
2005	300,1	180,1	38,3
2006	289,9	159,7	39,7
2007	263,3	169,1	41,1
2008	218,9	150,9	42,3

при помощи специальных статистических соизмерителей, что дало возможность оценить тесноту связи между анализируемым, результативным и факторным признаками. В случае если экономическая взаимосвязь является линейной, для ее анализа следует применить корреляционно-регрессионное уравнение прямой следующего вида:

$$Y_x = a_0 + a_1 x, \quad (2)$$

где Y_x – учтенный факторный признак или численность населения, подверженная различного рода заболеваниям, относительный показатель на 1000 населения города; x – результативный эколого-экономический признак, в данном случае валовое количество выбросов вредных веществ, зарегистрированных по городу Новочеркасску за изучаемый период времени, тыс. тонн; a_0, a_1 – параметры линейного корреляционно-регрессионного уравнения экономической взаимосвязи, которые возможно определить статистическим методом наименьших квадратов, т. е. совместным решением системы двух уравнений следующего вида:

$$\begin{cases} na_0 + a_1 \sum x_1 = \sum y, \\ a_0 \sum x_1 + a_1 \sum x_1^2 = \sum yx_1 \end{cases} \quad (3)$$

В результате проведенного расчета, уравнение приняло следующий вид:

$$Y_{x_1} = 25,494 + 1,445x_1. \quad (4)$$

Статистическая оценка тесноты экономической взаимосвязи производится при по-

мощи расчета двух основных статистических соизмерителей:

1. Коэффициент парной корреляции определяется по формуле:

$$\tau = \frac{\bar{Y}x_1 - \bar{Y} \cdot \bar{x}_1}{\sigma_y \cdot \sigma_{x_1}} = 0,877 \quad (5)$$

где $\bar{Y}x_1$ – среднее статистическое произведение результативного и факторного признаков; среднее статистическое произведение, $\bar{Y}x_1$, определенное индивидуально по ряду результативного и факторного признаков; σ_y, σ_{x_1} – средние квадратические отклонения, рассчитанные отдельно по ряду выбросов вредных веществ в атмосферу (σ_y) и по ряду заболеваемости жителей (σ_{x_1}).

С использованием статистики решена прикладная задача анализа связи между выбросами вредных веществ в атмосферный воздух и заболеваемостью населения г. Новочеркасска. Найденная в результате расчетов вероятность корреляционной связи может быть интерпретирована следующим образом: экологическая детерминированность признаков свидетельствует о том, что в условиях проживания жители Новочеркасска на 77% подвержены влиянию антропологического фактора и только на 23% воздействию прочих факторов, например политических, социальных, бытовых и т. д. С математической точки зрения основное значение полученных результатов состоит в том, что наличие пар «вредное вещество – социальный показа-

тель» с высокой вероятностью корреляционной связи позволяет уверенно перейти ко второму этапу – построению регрессионных моделей прогнозирования социальных показателей.

Литература

1. Романенко И. П. Экология и здоровье: опыт корреляционного анализа. // Вестник Московского Университета. Сер. 6. Экономика. – 1996. – №5. – С. 63–83.

2. Экологический вестник Дона. О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2007 году. – Ростов н/Д.: Комитет по охране окружающей среды и природных ресурсов администрации Ростовской области, 2008.

3. Экологический вестник Дона. О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2008 году. – Ростов н/Д.: Комитет по охране окружающей среды и природных ресурсов администрации Ростовской области, 2009.

Поступила в редакцию

14 января 2011 г.



Наталья Михайловна Ерина – кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента НГМА. Автор работ по эколого-экономическим и социальным проблемам высокоурбанизированных территорий.

Natalia Mikhailovna Erina – Ph.D., candidate of economics, docent of NSMA department of management. Author of works, devoted to ecologic, economic and social problems of strongly urbanized territories.

346408, г. Новочеркасск, ул. Дачная, д. 3, кв. 65
3 Dachnaya st., app. 65, 346408, Novocherkassk, Rostov reg., Russia
Тел.: +7 (8635) 22-38-24; e-mail: natalay_NM@mail.ru