

ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ

УДК 502:616

КОМПЛЕКСНЫЕ ФАКТОРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПОКАЗАТЕЛИ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

канд. техн. наук Л.С. ЛИС

(Институт проблем использования природных ресурсов и экологии НАН Беларуси, Минск)

Исследована взаимосвязь параметров экологического состояния трех административных районов с показателями здоровья населения. Показано, что изменения состояния территории значимо влияют на заболеваемость взрослого и детского населения с различными временными задержками.

Введение. Экологическое состояние природно-территориальных комплексов в полной степени отражает уровень благоприятности для жизни и развития живого вещества биосферы, и в первую очередь человека. Об условиях проживания населения в реальной обстановке можно судить, исходя из анализа системы критериев, отражающих состояние здоровья населения, проживающего на конкретной территории.

Оценка состояния здоровья населения сама по себе достаточно сложная задача, однако она неизмеримо усложняется из-за многофакторного анализа результатов, из-за неадекватности диагностики отдаленных последствий и многообразия ответных реакций на неблагоприятное воздействие окружающей среды. Трудность интегральной оценки взаимодействия человека с комплексными факторами окружающей среды состоит также в сложности ранжирования и определения вклада в полученные результаты тех или иных факторов.

В настоящее время диагностирование уровня здоровья населения основывается на традиционных санитарно-гигиенических и демографических показателях. Сюда входят: общая заболеваемость с градацией по возрастным группам, смертность, продолжительность жизни, заболеваемость по отдельным группам болезней и др. Приведенный перечень может быть дополнен или конкретизирован применительно к специфике исследуемого региона и поставленных задач.

Конечно, уровень состояния здоровья населения является комплексным показателем и зависит от группы социально-экономических условий. В настоящее время с некоторой вероятностью признается, что состояние здоровья человеческого общества определяется: образом жизни (30 – 50 %); биологическими данными человека, в том числе наследственностью (20 – 30 %); состоянием окружающей среды (20 – 40 %); уровнем развития здравоохранения (10 – 20 %) [1].

В современной науке достаточно активно развивается такое направление исследований, как медико-географический анализ территориальных комплексов, который основывается на учении академика Е.Н. Павловского о природной очаговости болезней [2]. Рядом исследователей обосновываются подходы о необходимости включения в состав показателей оценки экологического состояния характеристик здоровья (заболеваемости) населения [3]. Имеются исследования по влиянию параметров состояния окружающей среды на отдельные виды заболеваний [1, 2], причем, как правило, полученные результаты связываются с отдельными показателями состояния атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы. Достоверных данных о причинно-следственных связях между комплексными показателями экологического состояния территорий и здоровьем проживающего населения практически нет.

Выбор показателей состояния здоровья для исследований в этом направлении – достаточно сложная задача. В первую очередь важным моментом является наличие данных в структуре государственной статистики и их доступность. Немаловажна также степень территориальной дифференциации такой информации и ее достоверность. И, наконец, мы полагаем, что выбор показателей следует осуществить на основе логического анализа их чувствительности к конкретным факторам состояния природной среды с дальнейшей проверкой этого статистическими методами.

Имеются некоторые литературные данные, в большей степени основанные на логических построениях, о влиянии мероприятий хозяйственной направленности на показатели здоровья людей. Так, распашка целины приводит к снижению активности природных очагов ряда болезней, а при сведении лесов и последующем сельскохозяйственном освоении территорий возрастает напряженность предпосылок к некоторым заболеваниям [2]. Положительно сказывается на подавлении очагов болезней осушение избыточно увлажненных и заболоченных земель, а развитие животноводства можно оценить как положительный и отрицательный факторы в зависимости от соблюдения экологических нормативов их содержания [3, 4]. Такой же оценки заслуживают мероприятия по созданию водоемов, здесь определяющими факторами является соблюдение технических норм проектирования и эксплуатации.

Основная часть. Поставленная нами задача по установлению взаимосвязи параметров экологического состояния территориальных комплексов и показателей состояния здоровья проживающего здесь населения направлена на подтверждение достоверности предложенной системы комплексной оценки экологического состояния. Установление таких связей будет свидетельствовать о представительном и обоснованном выборе состава параметров, на основании которых сформированы комплексные показатели (индексы). Кроме того, полученные взаимосвязи и взаимодействия будут как бы практической проверкой предложенных комплексных показателей.

Для установления взаимосвязи параметров экологического состояния территориальных комплексов и показателей состояния здоровья проживающего населения следует основываться на изменении используемых показателей во времени, т.е. на временных рядах. Это утверждение основывается на гипотезе на несомненном запаздывании реакций человеческого организма на неблагоприятные воздействия, обусловленной его защитно-приспособленческой способностью. Исходные данные для построения временных рядов при анализе нами выбраны со статистических ежегодников [10], а также отчетных материалов Брестской областной больницы.

Динамика обоих видов анализируемых показателей в общем плане представляет собой случайные нестационарные процессы. Следует отметить, что наблюдения во временных рядах по экологическим параметрам есть основание считать статистически зависимыми, так как природа процессов, порождающих ряды – площадь природных образований – есть исходная константа, образовавшаяся в результате длительной эволюции в биосфере, а происходящие изменения, будь то процессы естественного роста (развития) или антропогенные мероприятия, вносят определенные возмущения. То же следует отметить и для параметров состояния здоровья населения. Исходный процесс – генетический статус здоровья человека – подвергается различным воздействиям, а в нашей задаче – изменениям экологических показателей во времени, что и вызывает наравне с другими факторами определенные флуктуации анализируемых временных рядов показателей здоровья.

Поставив задачу получения результата в виде статических выводов, нет необходимости разрабатывать математические модели рассматриваемых временных рядов. В данном случае для получения результата нами используется корреляционный анализ данных [11, 12], причем в случае нестационарного случайного процесса решение задачи представляется в виде расчета взаимной корреляционной функции:

$$R_{xy}(t_1, t_2) = M[x(t_1)y(t_2)].$$

Выбор показателей, включаемых в расчеты этих функций, нами основан на логической причинности взаимосвязи рассматриваемых временных рядов.

Для анализа динамики основных показателей экологического состояния нами выбраны 1980 – 2000 годы как время, включающее период определенной стабильности в смысле планового экономического развития, и как время резких изменений и непредсказуемых последствий в развитии экономики и социальной сферы республики.

На рисунке 1 представлены графические модели принятых для исследования временных рядов для выбранных базовых объектов.

Графическое представление временных рядов свидетельствует о наличии в них детерминированного тренда, вызванного долговременными возмущениями, и случайной составляющей, определяемой как случайными ошибками так и, в большей степени, комплексом мероприятий и решений органов управления экономической деятельностью общества и ее отдельных отраслей.

Выполним анализ динамики параметров экологического состояния на исследуемом промежутке времени с целью выявления наблюдаемых особенностей изменений и возможного (вероятного) объяснения их причин. При этом анализ проведен поэтапно по всем составляющим обоих комплексных показателей – $I_{ПЭЛ}$ и $I_{ХО}$.

Природно-экологический потенциал (рис. 1, а). Наблюдаемую в определенной мере стабильность показателя с некоторыми элементами цикличности до 1991 – 1993 гг. можно объяснить достаточно стабильными показателями общей лесистости и маловарьированными значениями загрязнения поверхностных вод. Отмеченное по статическим данным возрастание поголовья крупного рогатого скота и вызванное этим увеличение площадей естественных лугов в период 1980 – 1985 гг. в значительной степени компенсировалось уменьшением площадей естественных болот в связи с мелиоративными работами в регионе.

Наблюдаемое резкое увеличение значений $I_{ПЭЛ}$ в 1991 – 1992 годах объясняется имевшим место экономическим спадом: повысилась доля лесных массивов из-за временной остановки вырубки деревьев; естественных лугов из-за перехода части окультуренных в эту категорию; были прекращены мелиоративные работы. Последующий период времени отличается незначительным ростом изучаемого показателя по Брестскому и Каменецкому районам и относительно большим ростом для Пружанского района ввиду расширения сенокосных угодий и лесных массивов.

Хозяйственная освоенность (рис. 1, б). Как итоговый показатель $I_{ХО}$, так и его составляющие обнаруживают циклический нерегулярный характер, это особенно характерно для промышленной и в меньшей мере транспортной нагрузки. В общем плане $I_{ХО}$ обнаруживает на исследуемом временном интервале

достаточно сложные изменения. Наблюдаемые снижения значений этого интегрального показателя отмечаются до 1997 – 1998 годов, что объясняется в этот период снижением сельскохозяйственной и промышленной нагрузок, дающих основной вклад в интегральный показатель. Минимум $I_{ХО}$ отмечается для 1990 – 1992 годов, связанных с общим спадом экономики. После 1992 года наблюдается интенсивное возрастание $I_{ХО}$, однако уровень этого возрастания не достигает планки 1980 – 1985 годов.

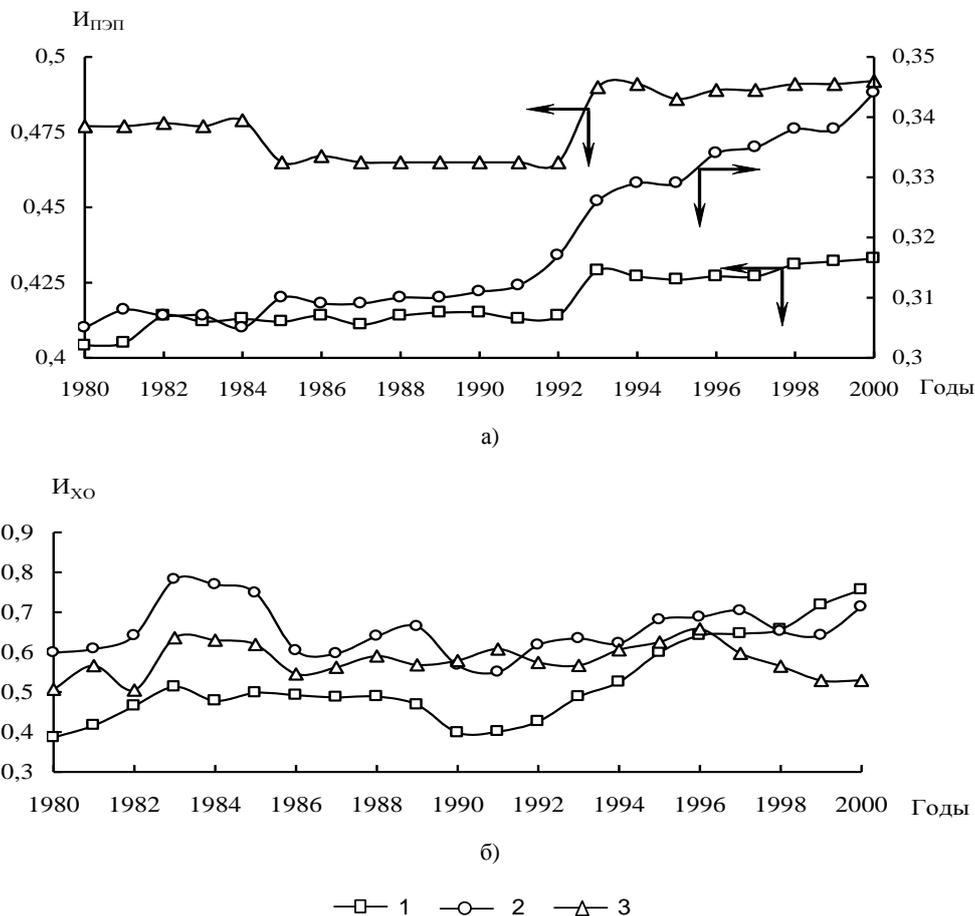


Рис. 1. Динамика итоговых показателей экологического состояния территорий Брестского (1), Каменецкого (2) и Пружанского (3) районов Брестской области: а – индекс природно-экологического потенциала ($I_{ПЭП}$); б – индекс хозяйственной освоенности ($I_{ХО}$)

На рисунках 2 и 3 представлены графические модели динамики показателей здоровья (заболеваемости) населения для 3-х районов базового региона. Важнейшим из них мы считаем показатель общей заболеваемости взрослого и детского населения. Заболеваемость верхних дыхательных путей и туберкулезом, по-видимому, логичней связывать с техногенными нагрузками. Анализ динамики представленных показателей на исследуемом временном интервале не входит в нашу задачу.

Известно [12], что взаимокорреляционные функции позволяют исследовать взаимосвязь значений одного процесса в конкретный момент времени со значениями другого случайного процесса, смещенными на определенный временной промежуток, так называемые временные лаги. А анализ взаимной корреляционной связи с наличием такого временного сдвига необходим с учетом уже упоминающихся адаптационных свойств человека, т.е. реагирование на внешние изменения с запаздыванием.

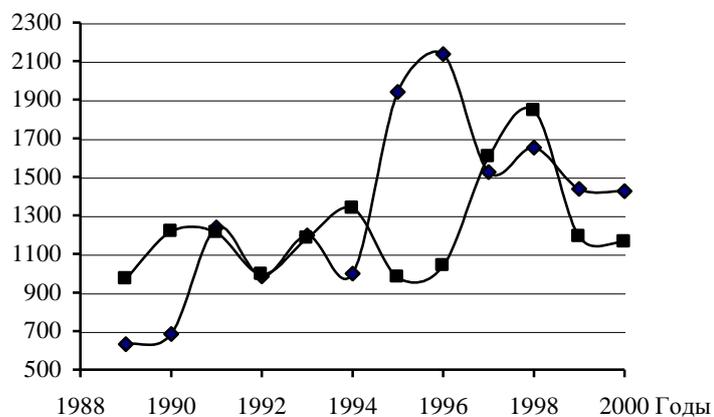
Выбор пар для анализа взаимных корреляционных функций основывается на логических принципах. С важнейшими показателями здоровья (заболеваемость взрослого населения и детская заболеваемость) нами сопоставляются в первую очередь индекс ПЭП и все его составляющие, а также индекс ХО и составляющие промышленной и транспортной нагрузок. Для заболеваний верхних дыхательных путей и туберкулезом в качестве сопоставимых рядов нами, помимо индекса ХО, исследуется влияние промышленной и транспортной нагрузок.

С помощью программ «Statistica» нами получены все запланированные взаимные коррелограммы по всем изучаемым территориальным объектам.

Сопоставимые ряды организованы по времени таким образом, что смещение целесообразно рассматривать и в положительную и в отрицательную область, так как по рядам экологических показателей

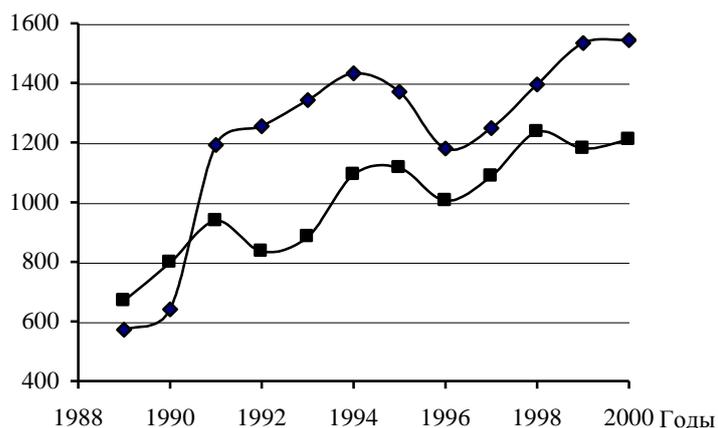
имеется промежуток времени с 1980 года, где можно оценить изменения до начала отсчета рядов по здоровью населения, начинающихся с 1989 года.

Случаев/10 тыс. человек



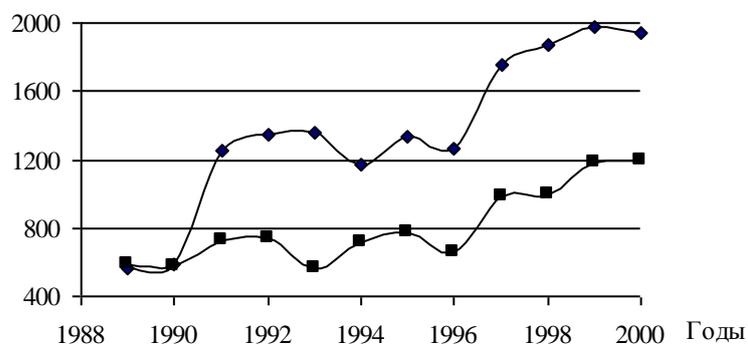
а)

Случаев/10 тыс. человек



б)

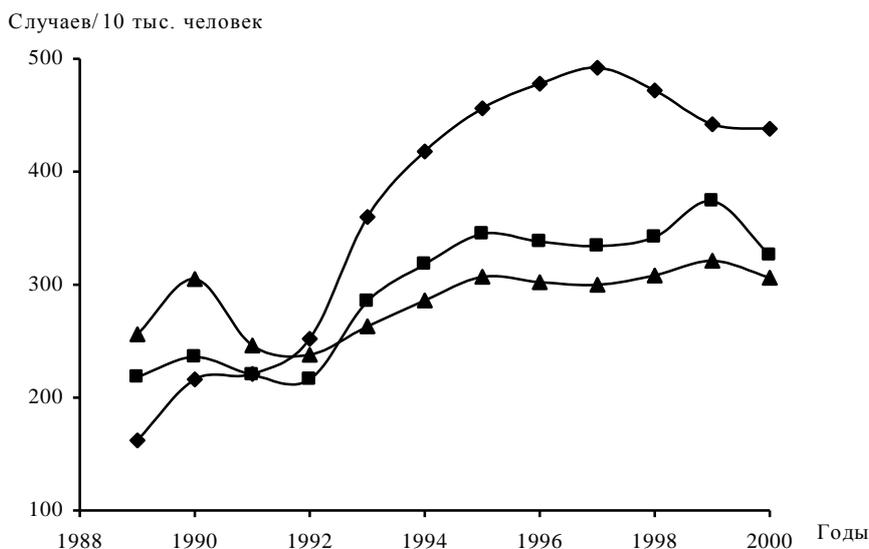
Случаев/10 тыс. человек



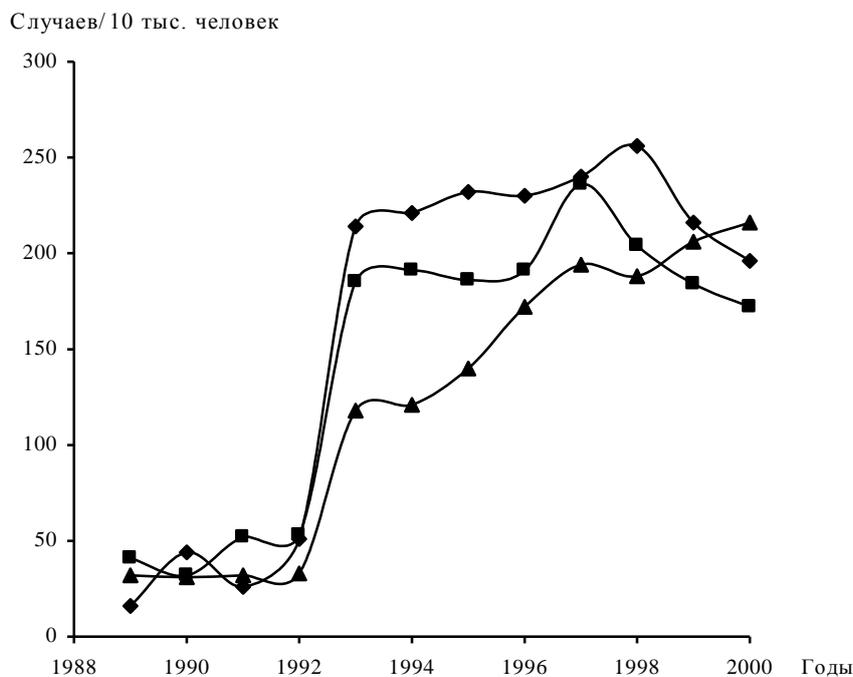
в)

—◆— 1 —■— 2

Рис. 2. Динамика заболеваемости взрослого (1) и детского (2) населения для районов базового региона: а – Брестский; б – Каменецкий; в – Пружанский



а)



б)

—◆— 1 —■— 2 —▲— 3

Рис. 3. Динамика заболеваемости населения инфекциями верхних дыхательных путей (а) и туберкулезом (б) по районам:
1 – Брестский; 2 – Каменецкий; 3 – Пружанский

При анализе результатов временные ряды комплексных показателей экологического состояния нами разбиваются на две группы:

- 1) позитивные, связанные с природно-экологическим потенциалом;
- 2) негативные, определяемые параметрами техногенных нагрузок.

Выполнению такого анализа необходимо предварить расчет величины значимого коэффициента корреляции, который определится по имеющемуся количеству статических данных, одинаковых для всех сопоставляемых пар временных рядов. Табличное значение коэффициента Стьюдента [t] для степени свободы $V = 20 - 2 = 18$ и уровня значимости статических выводов 0,95 составляет 2,04 [13].

По зависимости $t_p \geq r/m_r$ определим величину значимого коэффициента корреляции:

$$r \geq \sqrt{t_r / (N_1 + N_2 - 2)} = 0,359$$

где t_r – табличное значение коэффициента Стьюдента; m_r – ошибка корреляционного отношения; N_1, N_2 – число данных в анализируемых рядах.

При оценке влияния экологического состояния окружающей среды на показатели здоровья проживающего населения, следует рассматривать положительную область временных лагов, т.е. состояние среды предшествующего периода.

На рисунке 4 и представлены в качестве примера полученные взаимокорреляционные функции (кросскорреляция) заболеваемости взрослого и детского населения, инфекционных заболеваний и комплексного показателя экологического состояния $I_{ПЭЛ}$.

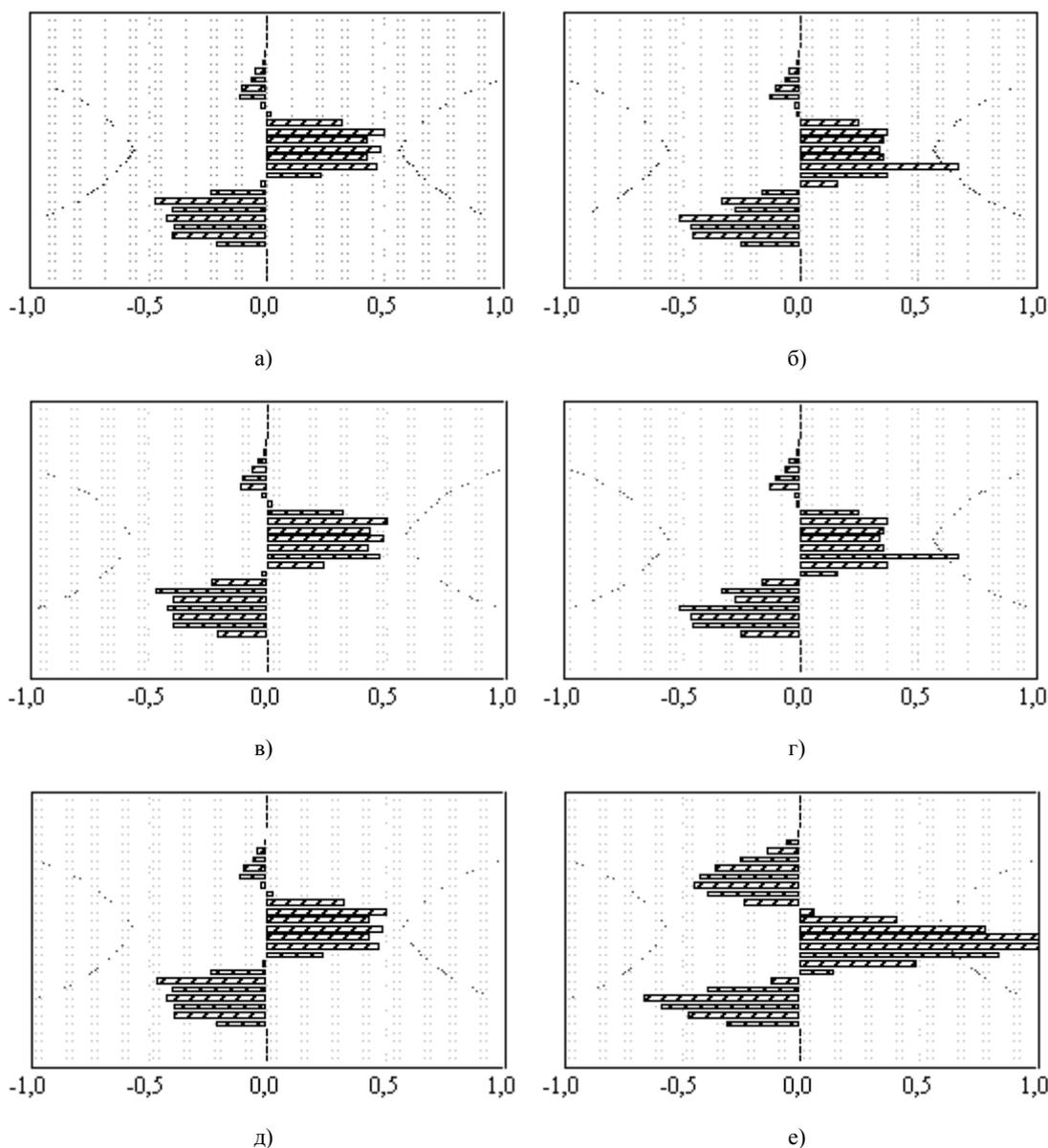


Рис. 4. Взаимокорреляционные функции рядов: заболеваемость взрослого населения – $I_{ПЭЛ}$ (а); площадь лесных массивов (б); детская заболеваемость – $I_{ПЭЛ}$ (в); площадь лесных массивов (г); инфекционная заболеваемость верхних дыхательных путей – $I_{ПЭЛ}$ (д); площадь лесных массивов (е)

Влияние негативных показателей экологического состояния территории на здоровье проживающего населения в виде кросскорреляционных функций иллюстрирует рисунок 5.

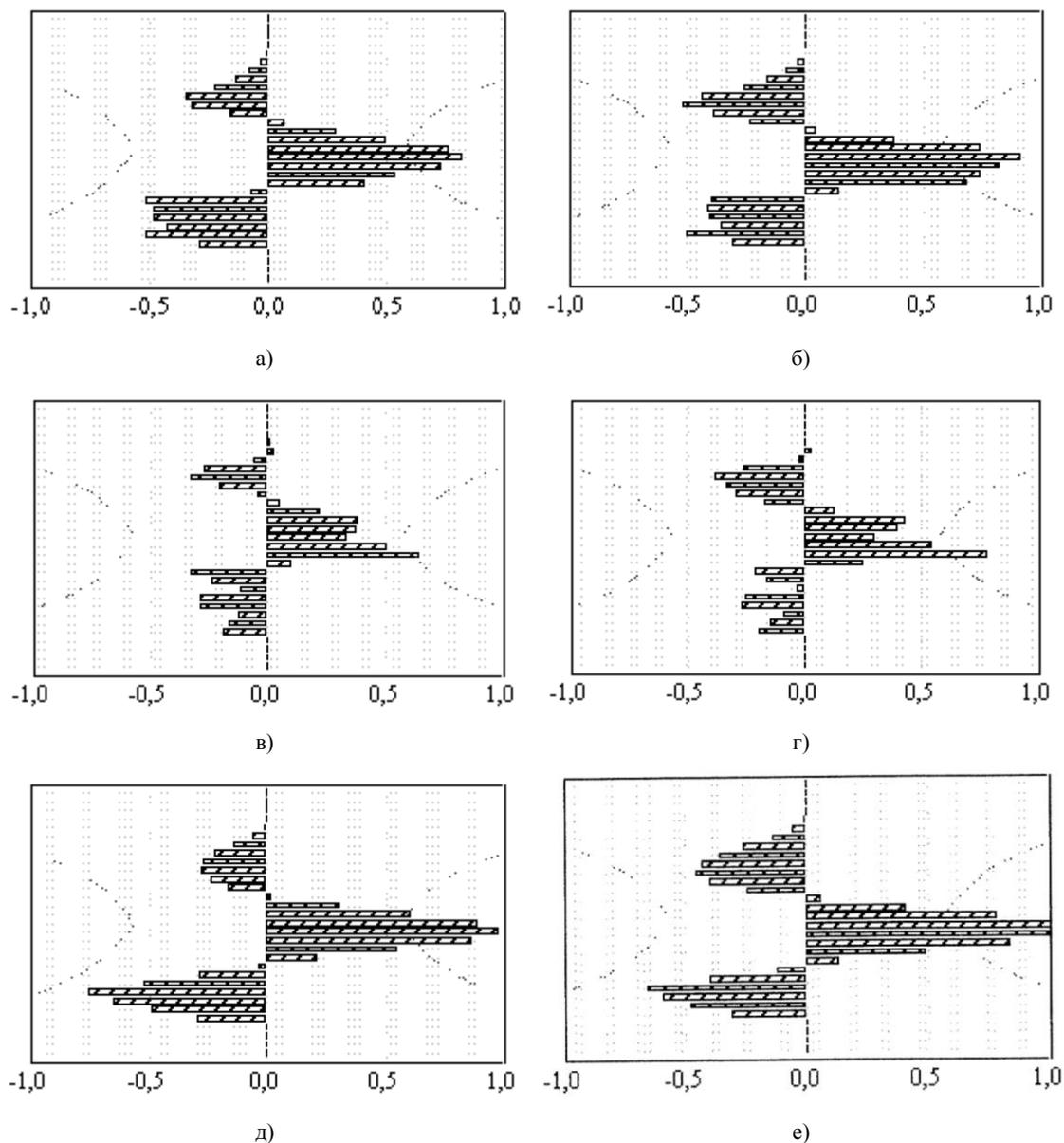


Рис. 5. Взаимокорреляционные функции рядов:
заболеваемость взрослого населения – I_{XO} (а); промышленная нагрузка (б);
детская заболеваемость – промышленная нагрузка I_{XO} (в); промышленная нагрузка (г);
инфекционная заболеваемость верхних дыхательных путей – I_{XO} (д); промышленная нагрузка (е)

Результаты по всем исследуемым административным районам для общего анализа всего статического материала сведены в таблице.

Оценим прежде всего влияние позитивной группы показателей состояния окружающей среды. По тесноте корреляционной связи (значение r_{max}) по всем показателям заболеваемости отмечаются значимые коэффициенты корреляции, исключение составляет детская заболеваемость в Брестском районе, что, по-видимому, можно объяснить сравнительно меньшим контактом детского населения с окружающей средой всего района вследствие значительной роли городских условий жизни. В Каменецком и Пружанском районах величины r_{max} для взрослого и детского населения приблизительно одинаковы, что объясняется большими контактами детей при преобладании сельского уклада жизни. Необходимо отметить

также то обстоятельство, что временной лаг при достижении значимой корреляционной связи изучаемых парных показателей достаточно длителен и составляет по взрослому населению порядка 6 – 8 лет, по детскому – 4 – 5 лет. Последнее свидетельствует о большей чувствительности детского организма.

По негативным показателям экологического состояния (уровень техногенных нагрузок) в общем плане следует констатировать, что значения коэффициента корреляции существенно выше, что свидетельствует о более интенсивном и агрессивном влиянии этих показателей на здоровье населения [6, 7]. В этом случае нами рассматривается положительная корреляционная связь оцениваемых пар временных рядов. Отмечается достаточно тесная связь рассматриваемых временных рядов по общей заболеваемости, а также по инфекционным заболеваниям верхних дыхательных путей и заболеваниям туберкулезом. Это особенно отчетливо видно по Брестскому району и в меньшей мере проявляется для других районов. По всем исследуемым территориям отмечается существенно меньший временной лаг наступления максимума коэффициента корреляции (для взрослого населения: $\tau = 2 - 4$ года, для детского: $\tau = 1 - 2$ года).

Результаты корреляционного анализа временных рядов:
показатели здоровья населения – комплексные показатели экологического состояния по базовому региону

| Сопоставимые ряды | Брестский район | | Камянецкий район | | Пружанский район | |
|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| | Коэффициент корреляции, r_{\max} | Временной лаг при r_{\max} , лет | Коэффициент корреляции, r_{\max} | Временной лаг при r_{\max} , лет | Коэффициент корреляции, r_{\max} | Временной лаг при r_{\max} , лет |
| Заболеваемость взрослого населения: | | | | | | |
| ИПЭП | -0,469 | 6 – 9 | -0,596 | 8 – 9 | -0,451 | 4 – 9 |
| F _{лес} | -0,515 | 8 – 9 | -0,624 | 8 – 10 | -0,530 | 4 – 8 |
| F _{вод} | -0,514 | 6 – 8 | -0,531 | 8 – 9 | -0,502 | 2 – 4 |
| Детская заболеваемость: | | | | | | |
| ИПЭП | -0,377 | 4 – 5 | -0,607 | 6 – 8 | -0,499 | 4 – 5 |
| F _{лес} | -0,289 | 4 – 5 | -0,606 | 4 – 7 | -0,558 | 4 – 5 |
| F _{вод} | -0,271 | 4 – 5 | -0,437 | 6 – 9 | -0,673 | 2 – 3 |
| Инфекционные заболевания | | | | | | |
| ИПЭП | -0,598 | 7 – 9 | -0,692 | 6 – 9 | -0,478 | 6 – 8 |
| Заболевание туберкулезом | | | | | | |
| ИПЭП | -0,758 | 8 – 9 | -0,716 | 8 | -0,523 | 6 – 8 |
| Заболеваемость взрослого населения: | | | | | | |
| ИПЭП | 0,815 | 2 – 3 | 0,360 | 3 | 0,629 | 3 |
| F _{ПР} | 0,912 | 2 – 3 | 0,256 | 3 | 0,407 | 6 |
| F _{ТР} | 0,518 | 1 | 0,396 | 3 – 4 | 0,438 | 7 |
| Детская заболеваемость: | | | | | | |
| ИПЭП | 0,581 | 1 – 2 | 0,523 | 2 – 3 | 0,494 | 3 |
| F _{ПР} | 0,781 | 2 | 0,545 | 3 | 0,418 | 2 |
| F _{ТР} | 0,382 | 3 | 0,392 | 2 – 4 | 0,450 | 3 – 4 |
| Инфекционные заболевания: | | | | | | |
| ИПЭП | 0,860 | 2 – 3 | 0,634 | 2 | 0,349 | 3 |
| F _{ПР} | 0,866 | 2 – 3 | 0,472 | 2 – 3 | 0,333 | 6 |
| F _{ТР} | 0,860 | 3 | 0,707 | 3 | 0,370 | 4 |
| Заболевание туберкулезом: | | | | | | |
| ИПЭП | 0,978 | 3 | 0,376 | 3 | 0,582 | 1 – 2 |
| F _{ПР} | 0,592 | 2 – 3 | 0,285 | 4 – 6 | 0,298 | 8 |
| F _{ТР} | 0,695 | 1 – 2 | 0,548 | 2 | 0,417 | 3 – 4 |

На основании полученных результатов сделаны следующие **выводы**.

1. Установлено, что заболеваемость взрослого населения имеет значимую корреляционную связь с группой позитивных показателей экологического состояния ($I_{ПЭП}$, $F_{ЛЕС}$, $F_{ВОД}$), причем для Пружанского и Каменецкого районов полученные коэффициенты корреляции выше, чем для Брестского, что может быть объяснено большой изолированностью населения последнего от природных условий. Отмечена также значимая корреляционная связь детской заболеваемости с теми же позитивными показателями экологического состояния.

2. Установлено, что временная задержка воздействия позитивных показателей экологического состояния достаточно длительна – для взрослого населения 6 – 8 лет, для детского – 4 – 5 лет.

3. Показано, что общая заболеваемость взрослого и детского населения, заболеваемость инфекционными формами и туберкулезом обнаруживает достаточно тесную корреляционную связь ($r = 0,7 - 0,9$) с показателями хозяйственной освоенности ($I_{ПЭП}$, $F_{ПРОМ}$, $F_{ТРАН}$) по всем исследованным районам, при этом временная задержка воздействия этих показателей значительно меньше и составляет для взрослого населения 3 – 4 года, для детского – 1 – 2 года.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют, что параметры экологического состояния территориальных единиц являются значительными факторами в формировании здоровья проживающего населения.

Установленные корреляционные связи между изучаемыми временными рядами показателей свидетельствуют об устойчивости такого влияния во времени и подтверждают содержательность, достоверность и статическую обоснованность предложенных показателей оценки экологического состояния ПТК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шульга С.М., Феденя В.М. Проблемы выявления социальных последствий загрязнения окружающей среды // Европа – наш общий дом: экологические аспекты: Темат. докл. Междунар. науч. конф. – Ч. 2. – Мн., 2000. – С. 88 – 94.
2. Малхазова С.М. Медико-географический анализ территорий: картографирование, оценка, прогноз. – М.: Научный мир, 2001. – 240 с.
3. Крамкова Т.В. Оценка состояния здоровья населения как составная часть оценки состояния окружающей среды // Теоретические и прикладные проблемы геоэкологии: Тез. докл. Междунар. науч. конф. – Мн.: Квадрограф, 2001. – С. 50 – 52.
4. Белякова Т.М., Дианова Т.М. Изучение заболеваемости с целью выявления зон экологического риска // География и окружающая среда. – М.: Геос, 2000. – С. 473 – 484.
5. Методико-географические аспекты оценки уровня здоровья населения и состояния окружающей среды / Под ред. И.И. Барышникова. – СПб., 1992. – 264 с.
6. Народное хозяйство Брестской области // Статистический ежегодник. – Брест, 1988 – 1992 гг.
7. Бендат Дж., Пирсол А. Измерение и анализ случайных процессов / Пер. с англ. – М.: Мир, 1974. – 464 с.
8. Андерсон Т. Статический анализ временных рядов / Пер. с англ. – М.: Мир, 1976. – 755 с.