

УДК 614.71

trostyansky2012@yandex.ru

**СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОБЩЕЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ
НАСЕЛЕНИЯ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫМИ НОВООБРАЗОВАНИЯМИ,
ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ АТМОСФЕРНЫХ ПРИМЕСЕЙ,
А ТАКЖЕ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ И СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ
ОТ РАКА ЛЕГКИХ**

**STATISTICAL ANALYSIS OF GENERAL INCIDENCE
POPULATION WITH MALIGNANT NEOPLASMS,
DEPENDENCES ON THE CONCENTRATION OF ATMOSPHERIC PURPOSE,
AS WELL AS MORBIDITY AND MORTALITY OF THE POPULATION
FOR LUNG CANCER**

*Тростянский С. Н.¹, доктор технических наук, доцент,
Федянин В. И.¹, доктор технических наук, профессор,
Квашнина Г. А.¹, кандидат технических наук, доцент,
Шмырева М. Б.², кандидат экономических наук,*

¹Воронежский государственный технический университет, Воронеж,

²Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Железногорск

Trostyanskiy S.¹, Fedyanin V.¹, Kvashnina G.¹, Shmyreva M.²,

¹Voronezh State Technical University, Voronezh,

²Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk

На основе статистического анализа панельных данных по первичной заболеваемости и смертности населения в районах Воронежской области от рака легких, а также данных по общей заболеваемости злокачественными новообразованиями (ЗНО) для различных возрастных категорий населения в районах Воронежской области за восьмилетний период наблюдений, а также панельных данных по загрязнению воздушного бассейна в районах Воронежской области регистрируемыми химическими примесями за тот же период наблюдений, построены количественные модели зависимости первичной заболеваемости и смертности населения от рака легких, а также количественные модели зависимости общей заболеваемости ЗНО для различных возрастных категорий населения от концентрации регистрируемых химических примесей в атмосфере. Результаты статистического анализа панельных данных показывают значимую прямую зависимость от величины концентрации в воздухе диоксида серы общей заболеваемости ЗНО детей, а также заболеваемости и смертности населения вследствие рака легких.

Ключевые слова: заболеваемость, злокачественные новообразования, атмосферные примеси, статистический анализ.

Basing on the statistical analysis of the panel data related to the primary morbidity and mortality of the population in the districts of Voronezh region caused by lungs cancer as well as using the data on general disease with malignant neoplasms (MNP) for different age groups in the population of the districts in Voronezh region for the eight years period, including panel data concerning air pollution in the districts of Voronezh region with the registered chemical impurities for the same period of time quantitative models of the primary morbidity and mortality in the population caused by lungs carcinoma were obtained. Moreover, quantitative models of the dependence of the general disease incidence with

MNP in a dependence of the concentration of the registered chemical impurities in the atmosphere were derived for different age groups of the population. Results of statistical analysis for the panel data showed a significant direct dependence of the general disease incidence on the value of sulfur dioxide concentration in the air with MNP among children as well as that one of morbidity and mortality of the population due to lung cancer.

Keywords: morbidity, malignant neoplasms, atmospheric impurities, statistical analysis.

Введение

В работах [1–3] была обнаружена прямая корреляционная зависимость между загрязнением атмосферы антропогенными загрязнителями и динамикой заболеваемости и смертности населения от злокачественных новообразований. Актуально также исследование количественного влияния концентрации атмосферных примесей на уровень общей онкологической заболеваемости населения и на заболеваемость раком легких.

Информационная база исследований

Статистические данные по общей заболеваемости населения злокачественными новообразованиями (ЗНО) были получены из официальной статистики по Воронежской области за период с 2004 г. по 2011 г. для 32 районов области (без учета города Воронежа) и включали отдельно общую онкозаболеваемость детей (до 15 лет), подростков (от 15 до 17 лет), взрослых (от 18 лет и старше). За тот же период времени для соответствующих районов Воронежской области были также составлены статистические данные по первичной заболеваемости и смертности населения от рака

$$Y_{jkit} = a_{1jk} X_{1it} + a_{2jk} X_{2it} + a_{3jk} X_{3it} + a_{4jk} X_{4it} + a_{5jk} X_{5it} + a_{6jk} X_{6it} + a_{7jk} X_{7it} + C_{jk}. \quad (1)$$

легких, без дифференциации населения по возрасту.

Статистические данные по концентрациям атмосферных примесей в воздухе составлены за период с 2004 г. по 2011 г. на основе статистики ФБУЗ Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области и охватывали те же 32 района Воронежской области. Основными веществами, за которыми осуществлялось наблюдение, являлись: диоксид серы, взвешенные вещества, диоксид азота, оксид углерода, фенол, формальдегид, свинец.

Методика статистического анализа панельных данных

Полагая, что уровни заболеваемости и смертности населения от злокачественных новообразований в районах Воронежской области являются линейными функциями от факторов загрязнения атмосферного воздуха, и объединяя данные по статистике анализируемых районов, воспользуемся моделью со случайными эффектами [4]. Для этого проанализируем уравнения вида (1):

В этих уравнениях индекс $j = 0$ соответствует общей заболеваемости населения ЗНО, $j = 1$ – заболеваемости раком легких; индексы i и t соответствуют району и году. Для общей онкозаболеваемости, при $j = 0$, индекс k соответствует трем возрастным группам населения: $k = 1$ – дети (до 15 лет), $k = 2$ – подростки (15–17 лет), $k = 3$ – взрослое население (от 18 лет). Для рака легких, при $j = 1$, индекс $k = 1$ соответствует первичной заболеваемости, а индекс $k = 2$ соответствует смертности от заболевания. Зависимые переменные в уравнениях (1): Y_{jkit} – при $j = 0$ соответствуют общей онкозаболеваемости населения за 1 год на 10^3 человек, а при $j = 1$ соответствуют заболеваемости или смертности населения от рака легких за 1 год на 10^5 человек. Независимые переменные в уравнениях (1) соответствуют концентрациям следующих атмосферных примесей в $[\text{мг}/\text{м}^3]$: $X1_{it}$ – диоксида азота; $X2_{it}$ – свинца; $X3_{it}$ – формальдегида; $X4_{it}$ – диоксида серы; $X5_{it}$ – взвешенных веществ (пыли); $X6_{it}$ – фенола; $X7_{it}$ – оксида углерода. Константы C_{jk} соответствуют факторам, которые не учитываются в уравнениях (1). Результаты регрессионного анализа уравнений (1) были получены на основе обобщенного метода наименьших квадратов, который реализован, с применением пакета прикладных программ Stata.

Результаты по зависимости общей заболеваемости населения ЗНО от концентрации атмосферных примесей

Из анализа панельных данных обнаружена статистически значимая связь между увеличением общей онкозаболеваемости детей (до 15 лет) и ростом концентрации диоксида серы (SO_2) в атмосферном воздухе. Это следует из того, что коэф-

фициент в уравнении (1), соответствующий влиянию содержания SO_2 в воздухе на общую заболеваемость детей ЗНО:

$a_{401} = 12,93 [\text{мг}/\text{м}^3]^{-1}$, определен со значимостью $p=0,003$, которая соответствует ошибке не более 0,3 %. Так как концентрация SO_2 в воздухе по рассматриваемым районам за указанный период времени составляла в среднем $X4_{\text{ср}} = 0,1282 [\text{мг}/\text{м}^3]$ (что в 2,56 раза превышает среднесуточное значение ПДК [4]), вычисляемый прирост общей онкозаболеваемости детей за год, связанный с такой концентрацией SO_2 , составлял в среднем 1,66 заболеваний на 10^3 человек. Учитывая, что процент детей в возрасте до 15 лет, среди населения соответствующих районов Воронежской области в среднем составлял 13,65 %, вычисляемый прирост общей онкозаболеваемости за счёт содержания SO_2 , составлял в среднем 12,16 на 10^3 детей в год. Такое влияние атмосферной примеси SO_2 на общую онкозаболеваемость детей возможно связано с ее резорбтивным [5] действием или коррелирует с другими неучтенными онкогенными факторами, так как согласно [6] диоксид серы не обладает непосредственным канцерогенным потенциалом при ингаляционном воздействии. Для других регистрируемых атмосферных примесей статистические значимости при определении соответствующих коэффициентов в уравнении (1) были незначительными, что предполагает недоказанность статистической связи между концентрациями этих примесей и общей онкозаболеваемостью детей.

Для контингентов населения в других возрастных категориях статистические значимости при определении соответствующих коэффициентов в уравнениях (1) были незначительными, что предполагает недоказанность статистической связи между величиной концентрации регистрируемых атмосферных примесей и общей онкозаболеваемостью населения в этих возрастных категориях.

Такие дифференцированные по возрастным категориям результаты статистической связи общей онкозаболеваемости с

концентраций атмосферных примесей могут быть обусловлены следующими причинами. Во-первых, тем, что детский контингент населения более привязан к местности, по сравнению с более мобильными, старшими контингентами населения. Во-вторых, в развитии онкозаболеваемости старших возрастных групп влияние атмосферных примесей может занимать не доминирующее значение по сравнению с другими онкогенными факторами (курение, вредные условия труда, употребление алкоголя, наличие хронических заболеваний и т. д.).

Результаты по зависимости заболеваемости и смертности населения вследствие рака легких от концентрации атмосферных примесей

Из анализа панельных данных обнаружена статистически значимая зависимость между увеличением первичной заболеваемости и смертности населения от рака легких и ростом концентрации SO_2 в атмосферном воздухе. Это следует из того, что коэффициент в уравнении (1), соответствующий влиянию содержания SO_2 в воздухе на первичную заболеваемость раком легких $a_{411} = 75,77 \text{ [мг/м}^3\text{]}^{-1}$, определен со значимостью $p = 0,000$, которая соответствует ошибке менее 0,1 %, а также то, что коэффициент в уравнении (1), соответствующий влиянию содержания SO_2 в воздухе на смертность от рака легких $a_{412} = 48,91 \text{ [мг/м}^3\text{]}^{-1}$, определен со значимостью $p = 0,001$, которая соответствует ошибке не более 0,1 %. Так как концентрация SO_2 в воздухе по рассматриваемым районам за указанный период времени составляла в среднем $X_{4cp} = 0,1282 \text{ [мг/м}^3\text{]}$, вычисляемый прирост первичной заболеваемости раком легких за год, связанный с такой концентрацией SO_2 , составлял в среднем

9,7 больных на 10^5 человек в год, а вычисляемый прирост смертности от рака легких составлял 6,27 умерших на 10^5 человек в год. Установленное влияние атмосферной примеси SO_2 на заболеваемость и смертность населения от рака легких возможно связано с ее резорбтивным [5] действием или коррелирует с другими неучтенными онкогенными факторами, а также согласуется с результатами работы [7] о положительной взаимосвязи взвешенного кумулятивного воздействия диоксида серы со смертностью от рака легких, подвергшихся воздействию SO_2 , работников целлюлозно-бумажной промышленности.

Для других регистрируемых атмосферных примесей статистические значимости при определении соответствующих коэффициентов в уравнениях (1) были незначительными, что предполагает недоказанность статистической связи между величиной концентрации соответствующих примесей с уровнем заболеваемости и смертности населения от рака легких.

Заключение

На основании результатов анализа панельных данных за восьмилетний период по районам Воронежской области о связи техносферного загрязнения атмосферы с общей онкозаболеваемостью населения, а также с заболеваемостью и смертностью населения от рака легких получена статистически значимая прямая связь между величиной концентрации диоксида серы в атмосферном воздухе и общей заболеваемостью ЗНО детей, а также первичной заболеваемостью и смертностью населения от рака легких. Поскольку основными источниками выбросов SO_2 в атмосферу являются предприятия промышленности и двигатели внутреннего сгорания, использующие содержащее серу топливо, целесообразны дополнительные меры технического и нормативного характера по снижению уровня таких выбросов.

Литература

1. Архипова О. Е. и др. Уровень онкологических заболеваний как индикатор медико-экологической безопасности территорий (на примере Ростовской области) // Вестник южного научного центра. 2013. Т. 9. № 3. С. 7–14.

2. Yeprintsev S. et al. Assessment of the impact of technogenic air pollution on the social processes of large urbanized regions / E3S Web of Conference. 2020. No. 215. URL: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2020/75/e3sconf_bft2020_03009.pdf (дата обращения: 14.09.2022).

3. Епринцев С. А., Клепиков О. В., Шекоян С. В. Мониторинг социально-экологических условий как механизм обеспечения безопасности населения // Наука юга России. 2021. Т. 17. № 1. С. 74–83.

4. Балтаги, Бади Х. Эконометрический анализ панельных данных. Нью-Йорк, 2008. С. 17–22.

5. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПин 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

6. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920-04). М., 2004. 143 с.

7. Lee WJ et al. Mortality from lung cancer in workers exposed to sulfur dioxide in the pulp and paper industry // Environ Health Perspect. 2002. Vol. 110. No. 10. Pp. 991–995.

References

1. Arhipova O. E. i dr. Uroven' onkologicheskikh zabolevanij kak indikator mediko-ekologicheskoy bezopasnosti territorij (na primere Rostovskoj oblasti) // Vestnik yuzhnogo nauchnogo centra. 2013. Т. 9. № 3. С. 7–14.

2. Yeprintsev S. et al. Assessment of the impact of technogenic air pollution on the social processes of large urbanized regions / E3S Web of Conference. 2020. No. 215. URL: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2020/75/e3sconf_bft2020_03009.pdf (data obrashcheniya: 14.09.2022).

3. Eprincev S. A., Klepikov O. V., Shekoyan S. V. Monitoring social'no-ekologicheskikh uslovij kak mekhanizm obespecheniya bezopasnosti naseleniya // Nauka yuga Rossii. 2021. Т. 17. № 1. С. 74–83.

4. Baltagi, Badi H. Ekonometricheskij analiz panel'nyh dannyh. N'yu-Jork, 2008. S. 17–22.

5. Postanovlenie Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 28.01.2021 № 2 «Ob utverzhdanii sanitarnyh pravil i norm SanPin 1.2.3685-21 «Gigienicheskie normativy i trebovaniya k obespecheniyu bezopasnosti i (ili) bezvrednosti dlya cheloveka faktorov srede obitaniya».

6. Rukovodstvo po ocenke riska dlya zdorov'ya naseleniya pri vozdejstvii himicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchih okruzhayushchuyu sredyu (R 2.1.10.1920-04). М., 2004. 143 s.

7. Lee WJ et al. Mortality from lung cancer in workers exposed to sulfur dioxide in the pulp and paper industry // Environ Health Perspect. 2002. Vol. 110. No. 10. Pp. 991–995.