

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА НА КОЛИЧЕСТВО ПАЦИЕНТОВ С НАРУШЕНИЯМИ ДЫХАНИЯ В НИЦЦЕ

И. А. Григорьева

Астраханский государственный университет

Проведение исследований по оценке влияния окружающей среды на здоровье людей является важным инструментом для демонстрации необходимости принятия мер по улучшению качества воздуха и снижения негативного воздействия экологических факторов.

Существует большое количество работ, посвященных воздействию загрязнения воздуха на здоровье человека. Исследования в различных географических районах показали зависимость респираторных симптомов и состояний с долгосрочным воздействием общих взвешенных частиц (TSP) и SO₂ [1–7], твердых частиц [8–10], черного дыма [11] и NO₂ [7]. Кроме того, некоторые исследования госпитализаций и смертности указывают на связь краткосрочного и долгосрочного воздействия загрязнения воздуха с симптомами, присущими как легочным, так и сердечным заболеваниям [12–19].

Таким образом, было принято решение провести подобное исследование в городе Ницца (Франция). В его основу легли данные о загрязнении воздуха в данном регионе, полученные при помощи сервиса AirPaca [20], предоставляющего показания датчиков в открытом доступе. Замеры атмосферного воздуха проводились в 6 районах: Contes 2, AéroportdeNice, NicePromenadedesAnglais, NiceArson, Peillon, NiceOuestBotanique. Для получения сведений о пациентах был использован архив госпиталя Pasteur (Ницца).

Статистический анализ данных был проведен с использованием языка R.R — это язык программирования с открытым исходным кодом, а также программная среда для статистических вычислений и графики, поддерживаемая R Foundation [21]. Он позволяет группировать и фильтровать данные, автоматически вычислять коэффициенты корреляции, а также создавать необходимые графики для визуализации.

Для расчетной меры зависимости между величинами использовался коэффициент линейной корреляции Пирсона. Он получается путем деления ковариации двух переменных на произведение их стандартных отклонений, и рассчитывается по формуле[22]:

$$r_{XY} = \frac{\text{cov}_{XY}}{\sigma_X \sigma_Y} = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X - \bar{X})^2} \sqrt{\sum (Y - \bar{Y})^2}}$$

где $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n X_t$, $\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n Y_t$ – среднее значение выборок.

Поиск корреляции проводился для следующих наборов данных:

- набор данных о пациентах и состоянии воздуха без применения фильтрации;

- набор данных о пациентах и состоянии воздуха с применением фильтрации по диагнозу (пациенты с заболеваниями легких);
- набор данных о пациентах и состоянии воздуха с применением фильтрации по диагнозу (пациенты с заболеваниями сердца);
- сгруппированные по 5 дней наборы данных о пациентах и состоянии воздуха (в этом случае учитывается наличие инкубационного периода у заболеваний, а также время воздействия вредных составляющих атмосферного воздуха).

В ходе вычислений были получены результаты, представленные в таблицах 1–3.

Таблица 1

Результаты для нефильтрованных данных

<i>Набор данных 1</i>	<i>Набор данных 2</i>	<i>Коэффициент корреляции</i>
Оксид азота(II)	Пациенты (заболевания легких)	0.1719213
Оксид азота (IV)	Пациенты (заболевания легких)	0.08888615
Оксид азота	Пациенты (заболевания легких)	0.1535681
Озон	Пациенты (заболевания легких)	-0.2045952
Частицы PM10	Пациенты (заболевания легких)	0.06846391
Частицы PM2,5	Пациенты (заболевания легких)	0.0973422
Оксид азота(II)	Пациенты (заболевания сердца)	0.1060834
Оксид азота (IV)	Пациенты (заболевания сердца)	0.03138159
Оксид азота	Пациенты (заболевания сердца)	0.08371402
Озон	Пациенты (заболевания сердца)	-0.1386231
Частицы PM10	Пациенты (заболевания сердца)	-0.005957092
Частицы PM2,5	Пациенты (заболевания сердца)	0.002553244

Таблица 2

Результаты для данных, фильтрованных по диагнозу

<i>Набор данных 1</i>	<i>Набор данных 2</i>	<i>Коэффициент корреляции</i>
Оксид азота (II)	Пациенты	0.36395
Оксид азота (IV)	Пациенты	0.2697953
Оксид азота	Пациенты	0.3613143
Озон	Пациенты	-0.371573
Частицы PM10	Пациенты	0.1243245
Частицы PM2,5	ΔПациенты	0.1249298

Таблица 3

Результаты для нефильтрованных данных

<i>Набор данных 1</i>	<i>Набор данных 2</i>	<i>Коэффициент корреляции</i>
Оксид азота (II)	Пациенты	0.1804087
Оксид азота (IV)	Пациенты	0.1012164
Оксид азота	Пациенты	0.1616413
Озон	Пациенты	-0.2199504
Частицы PM10	Пациенты	0.05497636
Частицы PM2,5	Пациенты	0.0786113

Таким образом, наибольшее значения коэффициента корреляции с набором данных о пациентах имеет оксид азота, но оно недостаточно для утверждения существования корреляции данного вещества с ростом количества пациентов. Связь соответствующих наборов данных представлена на графике (рис. 1).

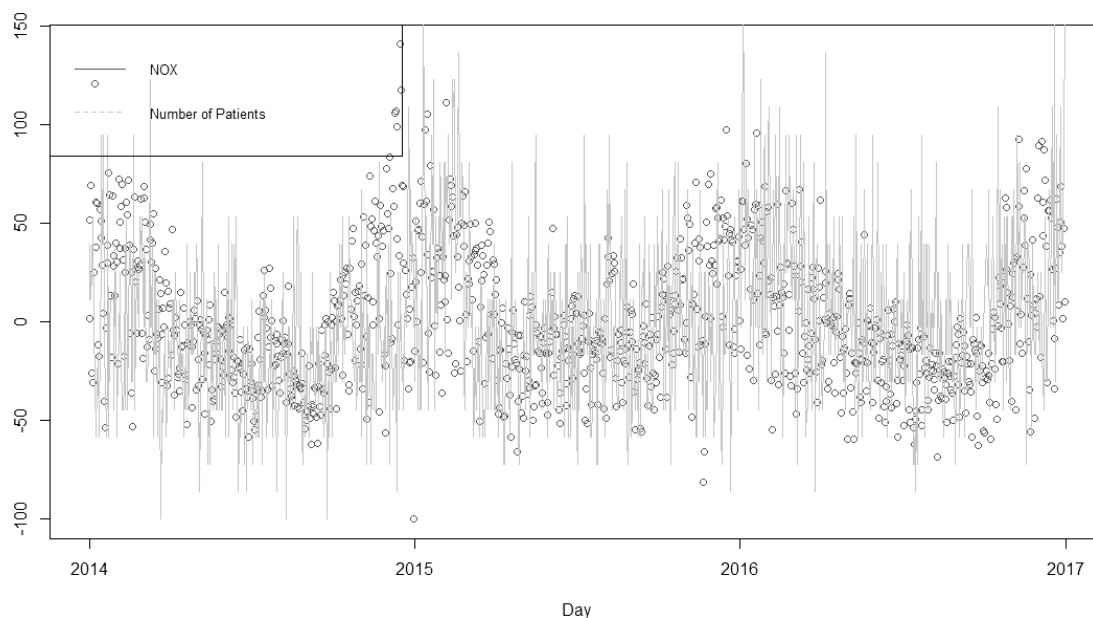


Рис. 1. Зависимость роста количества пациентов от количества оксида азота в воздухе

Выводы:

- анализ представленных данных не доказал существование линейной корреляции между загрязнением воздуха в Ницце и количеством пациентов с нарушениями дыхания;
- так как наибольший коэффициент наблюдается для оксида азота, необходимо продолжить исследование по поиску взаимосвязи количества пациентов с количеством данного вещества в воздухе, используя другие методы и средства машинного обучения;
- предложено разработать алгоритмы на языке R, позволяющие определять факторы риска для людей с нарушениями дыхания для будущей классификации пациента и составления индивидуальных рекомендаций.

Работа выполнена на кафедре систем автоматизированного проектирования и моделирования АГАСУ под руководством д.т.н., профессора И. Ю. Петровой

Список литературы

1. The urban factor in chronic bronchitis / W. Holland, D. Reid // Lancet. 1965. P. 445–448.
2. Pollution atmosphérique et affections respiratoires chroniques ou à répétition / J. Lelouche // PAARC: Groupe Cooperative. 1982. P. 87–116.
3. Health effects of air pollution due to coal combustion in the Chestnut Ridge region of Pennsylvania: results of cross-sectional analysis in adults / M. Schenker, J. Samet, F. Speizer, J. Gruhl, S. Batterman // Arch. Environ. Health. 1983. P. 325–330.

4. Chronic obstructive pulmonary disease symptom effects of long term cumulative exposure to ambient levels of total suspended particulates and sulfur dioxide in California Seventh-Day Adventist residents / G. Euler, D. Abbey, A. Magie, J. Hodlkin // *Arch. Environ. Health*. 1983. P. 213–222.
5. Urban air quality and respiratory disease / P. Portney, J. Mullahy // *Reg. Sci. Urban Econ*. 1990. P. 407–418.
6. Particulate air pollution and chronic respiratory disease / J. Schwartz // *Environ. Res*. 1993. P. 7–13.
7. Prevalence of respiratory and hyperreactivity symptoms in relation to levels of criteria air pollutants in Sweden/ B. Forsberg, N. Stjernberg, S. Wall // *Eur. J. Public Health*. 1997. P. 291–296.
8. Long-term ambient concentrations of particulates and oxidants and development of chronic disease in a cohort of nonsmoking California residents / D. Abbey, M. Lebowitz, P. Mills, F. Petersen, W. Beeson, R. Burchette // *Inhal. Toxicol*. 1995. P. 21–34.
9. Chronic respiratory symptoms associated with estimated long-term ambient concentrations of fine particulates less than 2.5 microns in aerodynamic diameter (PM_{2.5}) and other air pollutants / D. Abbey, B. Ostro, F. Petersen, R. Burchette // *Exp. Anal. Environ. Epidemiol*. 1995. P. 137–159.
10. Estimated long term ambient concentrations of PM₁₀ and development of respiratory symptoms in a nonsmoking population / D. Abbey, B. Hwang, R. Burchette// *Arch. Environ. Health*. 1995. P. 139–150.
11. Effect of ambient levels of smoke and sulphur dioxide on the health of a national sample of 23-year-old subjects in 1981 / J. Scarlett, J. Griffiths, D. Strachan, H. Anderson // *Thorax*. 1995. P. 764–768.
12. Increased mortality in Philadelphia associated with daily air pollution concentrations / J. Schwartz, D. Dockery // *Eur. Respir*. 1994. P. 954–960.
13. Air pollution and daily mortality in Erfurt, East Germany, 1980–1989 / C. Spix, J. Heinrich, D. Dockery, J. Schwartz, G. Volksch, K. Schwinkowski, C. Collen, H. Wichmann // *Environ. Health Perspect*. 1993. P. 518–526.
14. An association between air pollution and mortality in six U.S. cities / D. Dockery, A. Pope, X. Xu, J. Spengler, J. War, M. Fay, B. Ferris, F. Speizer // *Engl. J. Med*. 1993. P. 1753–1759.
15. Short-term effects of air pollution on daily mortality in Athens—a time-series analysis / G. Touloumi, S. Pocock, K. Katsouyanni, D. Trichopoulos // *Int. J. Epidemiol*. 1994. P. 957–967.
16. Air pollution and daily mortality: a review and meta-analysis / J. Schwartz // *Environ. Res*. 1994. P. 36–52.
17. Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of U.S. adults / A. Pope, M. Thun M. // *Respir. Crit. Care Med*. 1995. P. 669–674.
18. Air pollution and hospital admissions for cardiovascular disease in Detroit, Michigan / J. Schwartz, R. Morris R // *Am. J. Epidemiol*. 1995. P. 23–25.
19. Associations between ambient particulate sulfate and admissions to Ontario Hospitals for cardiac and respiratory diseases / R. Burnett, R. Dales, D. Krewski // *Am. J. Epidemiol*. 1995. P. 15–22.
20. AirPaca. Association de surveillance de la qualité de l'air agréée par le ministère de l'environnement. URL: <http://www.airpaca.org/>
21. Wikipedia. R (programming language). URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/R_\(programming_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/R_(programming_language))
22. Wikipedia. Correlation and dependence. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Correlation_and_dependence