

6. Ахмедов, К.С. Водорорастворимые полимеры и их взаимодействие с дисперсными системами [Текст] / К.С. Ахмедов, Э.А. Арипов, Г.М. Вирская, Ф.Л. Глекель – Ташкент, 1969. – 250 с.

7. Аксенов, В.И. Водное хозяйство промышленных предприятий. Справочное издание. Книга 6. Флокулянты [Текст] / Под ред. В.И. Аксенова. – М.: Теплотехник, 2008. – 256 с.: ил. – ISBN 978-5-98457-069-5.

8. Гетманцев, С.В. Очистка производственных сточных вод коагулянтами и флокулянтами. Монография [Текст] / С.В. Гетманцев, И.А. Нечаев, Л.В. Гандурина – М.: Изд-во АСВ, 2008. – 272 с.: ил. – ISBN 978-5-93093-573-8.

9. Флокулянты Praestol [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://promchim-service.ru/down>.

10. Флокулянты Besfloc [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.akvater.com>.

11. Флокулянты Flopat [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kntp.ru>.

12. Флокулянты Envifloc [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.envifloc.ru>.

УДК 614.76

ОЦЕНКА СВЯЗИ МЕЖДУ ЗАГРЯЗНЕНИЕМ АТМОСФЕРЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОБУСЛОВЛЕННЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ЖИТЕЛЕЙ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА

Назарова В.В.

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры,
г. Макеевка, Украина, lera15@ukr.net

The results of the quantitative risk assessment of non-carcinogenic effects of air pollution in Makeevka are presented in the paper. The pattern of disease is presented and the results of risk assessment are compared with the statistical data on the incidence of the city's population. The paper identified the major diseases caused by the presence of pollutants in the air.

Введение

Оказывая воздействие на состояние окружающей среды, человек определяет, прежде всего, уровень экологического риска, то есть вероятность неблагоприятных для природной среды и человека последствий осуществления хозяйственной и иной деятельности.

Так, эксперты ВОЗ считают, что экологически обусловлены около 80% раковых заболеваний и 10–20% смертности населения земного шара. По данным отечественных исследователей, связь с действием канцерогенов окружающей среды установлена в 80–90% случаев злокачественных новообразований человека [1].

Эпидемиологические исследования показали, что длительное воздействие воздуха, загрязненного химическими веществами, увеличивает риск ишемической болезни сердца, особенно фатальных событий [2]. Выявлены значимые ассоциации частоты госпитализации больных по поводу всех респираторных, сердечно-сосудистых заболеваний, хронической обструктивной болезни легких и сердечной недостаточности с загрязнителями воздуха [3].

В атмосферном воздухе под влиянием антропогенных факторов и метеорологических условий происходит формирование полей концентраций примесей многих веществ, выбрасываемых различными предприятиями и автотранспортом. Для определения основных приоритетов проблемы и оптимизации стратегии управления окружающей средой Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) проводятся исследования, направленные на получение количественных оценок влияния на здоровье загрязненного воздуха, содержащего: взвешенные частицы, озон, диоксид серы и диоксид азота. Загрязнение атмосферного воздуха воды и почвы оказывает влияние главным образом на заболеваемость детей и взрослых новообразованиями, болезнями системы кровообращения и органов дыхания.

Принимать обоснованное решение о первоочередных мероприятиях по минимизации неблагоприятных воздействий на здоровье людей от загрязнений объектов окружающей среды позволяет оценка риска, которая в общем виде подразумевает процесс идентификации, оценки и прогнозирования негативного воздействия на окружающую среду и/или здоровье и благосостояние людей в результате функционирования промышленных и иных производств и объектов, которые могут представлять опасность для населения и окружающей среды [1].

Для характеристики регионального риска были использованы данные эпидемиологических исследований, а также данные о загрязнении окружающей среды г. Макеевки [4].

Риск заболеваемости населения экологически обусловленными заболеваниями

Расчет и ранжирование риска заболеваемости производился на основании статистических данных о количестве заболеваний и численности населения в 2012 году с учетом того, что минимальным считается риск менее 10^{-6} , низким – от 10^{-6} до 10^{-4} , средним – от 10^{-4} до 10^{-3} , высоким – более 10^{-3} . Результаты расчетов риска экологически обусловленных заболеваний в различных возрастных группах населения г. Макеевки представлены в табл. 1–3.

Таблица 1 – Риск заболеваемости детей первого года жизни экологически обусловленными заболеваниями в 2012 г.

Порядок риска	Риск заболеваемости	Источник риска и причина
II	$5,93 \cdot 10^{-2}$	врожденные аномалии системы кровообращения
	$3,14 \cdot 10^{-2}$	заболевания крови и кроветворных органов
I	$8,09 \cdot 10^{-1}$	заболевания органов дыхания

Таблица 2 – Риск заболеваемости экологически обусловленными заболеваниями среди детей от рождения до 14 лет в 2012 г.

Порядок риска	Риск распространенности заболеваний	Источник риска и причина
IV	1,75 \times 10 ⁻⁴	заболеваемость хроническим бронхитом
III	8,46 \times 10 ⁻³	новообразования
	8,59 \times 10 ⁻³	заболеваемость бронхиальной астмой
II	2,53 \times 10 ⁻²	заболевания крови
	3,09 \times 10 ⁻²	хронические заболевания миндалин и аденоидов
	6,57 \times 10 ⁻²	заболевания системы кровообращения
	8,67 \times 10 ⁻²	нарушение обмена веществ, заболевания эндокринной системы
I	9,55 \times 10 ⁻¹	заболевания органов дыхания

Таблица 3 – Риск распространения экологически обусловленных заболеваний среди взрослого населения в 2012 г.

Порядок риска	Риск распространенности заболеваний	Источник риска и причина
III	3,55 \times 10 ⁻³	заболеваемость бронхиальной астмой
	4,25 \times 10 ⁻³	инсульт
	4,15 \times 10 ⁻³	вегетососудистая дистония
	6,04 \times 10 ⁻³	заболевания крови
	4,56 \times 10 ⁻³	заболеваемость хроническим бронхитом
II	5,02 \times 10 ⁻²	новообразования
I	1,29 \times 10 ⁻¹	нарушение обмена веществ, эндокринные заболевания
	1,36 \times 10 ⁻¹	заболевания органов дыхания
	8,12 \times 10 ⁻¹	заболевания системы кровообращения

В соответствии с системой критериев приемлемости риска выделяются четыре диапазона риска:

– первый диапазон значений риска – до 1×10^{-6} – уровень минимальный, пренебрежимо малый риск. Подобные риски не требуют дополнительных мероприятий по их снижению, и их уровни подлежат только периодическому контролю;

– второй диапазон значений риска – более 1×10^{-6} , но менее 1×10^{-4} – соответствует предельно допустимому риску, то есть верхней границе приемлемого риска, такие уровни риска подлежат постоянному контролю;

– третий диапазон значений риска – более 1×10^{-4} , но менее 1×10^{-3} – приемлем для профессиональных групп и неприемлем для населения в целом;

– четвертый диапазон значений риска равный или более 1×10^{-3} , неприемлем ни для населения, ни для профессиональных групп.

Анализ данных заболеваемости населения г. Макеевка показывает, что в 2012 году сохранилась структура и порядок величин риска заболеваний, характерные для периода 2008-2011 гг. Наиболее высокий риск характерен для забо-

леваний органов дыхания, заболеваний крови и кроветворных органов, эндокринных заболеваний, новообразований. Значения риска для этих экологически обусловленных заболеваний лежит в интервале значений, которые характеризуют риск как неприемлемый и требующий мероприятий по его снижению.

Комплекс веществ, таких как диоксид азота, взвешенные вещества, оксид углерода и углеводороды, поступающие в атмосферу с выбросами промышленных предприятий, оказывает значимое влияние на заболеваемость населения региона язвенной болезнью, хроническим гастритом и общие патологии желудочно-кишечного тракта. Комбинированное влияние выбросов вредных веществ способствует заболеваемости населения болезнями кровообращения и крови, а также болезнями эндокринной системы, заболеваемостью хроническим бронхитом, пневмонией и болезнями миндалин.

В этой связи актуальной является проблема установления статистических связей между степенью заболеваемости населения и уровнем экологического риска, выявление причинной обусловленности факторами среды обитания онкологических, эндокринных заболеваний, заболеваний системы кровоснабжения и болезней органов дыхания у детей и взрослых в г. Макеевка.

Характеристика связи между загрязнением атмосферы и экологически обусловленными заболеваниями

Для оценки возможности влияния на возникновение некоторых заболеваний в г. Макеевка одних и тех же экологических причин были изучены взаимосвязи между пятью классами болезней: болезнями органов дыхания, новообразованиями, болезнями эндокринной системы, болезнями системы кровообращения, болезнями крови и кроветворящих органов, полученные на основе статистических данных по заболеваемости населения г. Макеевки. Результаты оценки представлены в табл. 4. Теснота связи оценивалась по шкале Чеддока (табл. 5).

Таблица 4 – Корреляционные связи между болезнями

$r_{12}=0,1$	$r_{13}=-0,1$	$r_{14}=-0,22$	$r_{15}=0,68$	$r_{23}=0,98$
$r_{24}=0,95$	$r_{25}=-0,43$	$r_{34}=0,98$	$r_{35}=-0,58$	$r_{45}=-0,62$

Таблица 5 – Количественные критерии тесноты связи (шкала Чеддока)

Коэффициент корреляции	0,1-0,3	0,3-0,5	0,5-0,7	0,7-0,9	0,9-1,0
Характеристика связи	слабая	средняя		сильная	
	слабая	умеренная	заметная	высокая	весьма высокая

На основании корреляционного анализа данных была установлена связь между указанными заболеваниями и оценена ее сила.

Слабая связь наблюдается между заболеваниями органов дыхания и системы кровообращения. Среднеумеренная связь наблюдается между новообразованиями и заболеваниями системы кровообращения. Среднезаметная связь прослеживается между заболеваниями эндокринной системы и системы кровообращения, а также между заболеваниями системы кровообращения и заболеваниями крови и кроветворных органов, между заболеваниями органов дыхания и заболеваниями крови.

Сильная связь зафиксирована между болезнями органов дыхания и эндокринными заболеваниями, органов дыхания, эндокринными болезнями и системы кровообращения.

Между рассматриваемыми классами болезней обнаружены корреляционные связи, что предполагает экологическую обусловленность этих заболеваний, то есть возможную обусловленность их возникновения от одних и тех же экологических факторов. Такими факторами могут являться загрязнения атмосферного воздуха города [5].

Для оценки статистических связей между загрязнением атмосферы города и количеством заболеваний рассматриваемых классов была исследована динамика изменения статистик (коэффициентов парной корреляции) между концентрациями приоритетных загрязнителей воздушного бассейна города и количеством взрослого заболевшего населения за период с 2005 по 2012 годы включительно. Загрязняющие вещества представлены пылью, диоксидом серы, диоксидом азота, оксидом углерода, фенолом и формальдегидом.

Таблица 6 – Зависимость между объемами выбросов ЗВ и количеством заболеваний отдельных органов в г.Макеевке (коэффициенты парной корреляции)

Загрязняющее вещество	Болезни органов дыхания	Новообразования	Болезни эндокринной системы	Болезни системы кровообращения	Болезни крови и кроветворящих органов
Пыль	0,10	-0,12	0,14	0,23	0,19
Диоксид серы	0,2	0,10	0,22	0,16	0,16
Оксид углерода	0,10	-0,41	-0,54	-0,56	-0,28
Диоксид азота	0,42	-0,10	0,53	0,46	0,10
Фенол	-0,03	-0,2	0,03	0,10	-0,10
Формальдегид	0,023	-0,23	-0,46	-0,48	-0,16

Анализ результатов оценки, представленных в табл. 6, показывает наличие следующих связей:

- наблюдается слабая связь между концентрацией **пыли** в воздухе и всеми рассматриваемыми классами заболеваний;

- концентрация **диоксида серы** в воздухе также слабо коррелирует с представленными классами болезней;

- наблюдается среднеумеренная связь между концентрацией **оксида углерода** и новообразованиями, а также средnezаметная связь между концентрацией последнего и болезнями системы кровообращения и крови. Связи с заболеваниями органов дыхания слабо выражены;

- концентрация **диоксида азота** слабо коррелирует с новообразованиями, наблюдается среднеумеренная связь между концентрацией диоксида азота и заболеваниями органов дыхания и крови и средnezаметная связь между его концентрацией и заболеваниями системы кровообращения;

- связи заболеваний с концентрацией **фенола** в воздухе выражены слабо (его концентрации в воздухе за исследуемый период не превышают ПДКсс);

- наблюдается слабая связь между концентрацией **формальдегида** в воздухе и заболеваниями органов дыхания, новообразованиями и среднеумеренная связь между заболеваниями системы кровообращения и крови.

Исследователи [6,7] отмечают, что для загрязнителей атмосферы характерно совокупное воздействие на организм человека, а потому корреляция между отдельными загрязнителями и заболеваемостью не дает исчерпывающей информации о связи загрязнения с заболеваниями.

Основным показателем степени загрязнения воздуха города является интегральный **индекс загрязнения атмосферы (ИЗА)**, который был рассчитан для характеристики комплексного воздействия приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха.

ИЗА учитывает не только концентрации различных веществ, но и вредность их воздействия на здоровье:

$$\text{ИЗА} = \sum (x_i / \text{ПДК}_i)^{C_i},$$

где x_i – средняя за год концентрация i -го вещества, C_i – коэффициент, позволяющий привести степень загрязнения воздуха i -ым веществом к степени загрязнения воздуха диоксидом серы, ИЗА – безразмерная величина.

Значения C_i составляют 0,85, 1,0, 1,3 и 1,5 для веществ 4, 3, 2 и 1 классов опасности соответственно. Диоксид серы относится по степени вредности к 3 классу опасности ($C_i=1$).

Индекс загрязнения атмосферы позволяет представить суммарный уровень загрязнения воздуха в городе за год одним числом. Значение ИЗА показывает, какому уровню загрязнения в единицах ПДК диоксида серы соответствуют фактически наблюдаемые уровни, т.е. во сколько раз суммарный уровень загрязнения воздуха превышает ПДК диоксида серы. Вследствие того, что ИЗА рассчитывается по среднегодовым значениям концентраций вредных примесей он может быть показателем хронического воздействия загрязнения воздуха на здоровье населения [8].

Для взрослого населения, а также для детей в возрасте до 14 лет был выполнен корреляционный анализ (рассчитаны коэффициенты корреляции между ИЗА и заболеваемостью). Результаты оценки приведены в таблице 7.

Наблюдается среднеумеренная связь интегрального показателя загрязнения атмосферы с заболеваниями органов дыхания среди взрослого населения и с эндокринными заболеваниями в группе детей до 14 лет. Остальные связи можно охарактеризовать как слабые.

Таблица 7 – Зависимость между интегральным индексом загрязнения атмосферы и количеством заболеваний отдельных органов в возрастных группах в г. Макеевка (коэффициенты парной корреляции) (2010–2012)

	Болезни органов дыхания	Новообразования	Болезни эндокринной системы	Болезни системы кровообращения	Болезни крови и кроветворящих органов
Взрослое население	0,36	-0,32	0,1	0,1	0,1
Дети до 14 лет	-0,99	-0,5	0,56	-0,95	-0,55

Выводы

При анализе заболеваний населения города зафиксирована сильная связь между болезнями органов дыхания и эндокринными заболеваниями, органов дыхания, эндокринными болезнями и системы кровообращения. Уста-

новленные корреляционные связи свидетельствуют об экологической обусловленности заболеваний, то есть возможную обусловленность их возникновения от одних и тех же экологических факторов. Среди экологически обусловленных заболеваний лидируют заболевания органов дыхания, крови и кроветворных органов, эндокринные заболевания, новообразования.

Наибольший риск обуславливают такие вещества, как оксид углерода, диоксид азота, пыль. Для загрязнителей атмосферы характерно совокупное воздействие на организм человека, которое отражает интегральный показатель загрязнения атмосферы. Корреляционный анализ показал среднеумеренную связь интегрального показателя загрязнения атмосферы с заболеваниями органов дыхания среди взрослого населения и с эндокринными заболеваниями в группе детей до 14 лет. Остальные связи можно охарактеризовать как слабые.

Результаты оценки риска свидетельствуют о необходимости разработки и реализации мероприятий, направленных на уменьшение выбросов вредных веществ (в первую очередь, диоксида азота, оксида углерода, пыли), предприятиями города.

Приведенный анализ позволяет принять обоснованное решение о первоочередных мероприятиях по минимизации риска для здоровья людей, обусловленного техногенной нагрузкой на атмосферный воздух.

Список литературы

1. Швыряев, А.А. Оценка риска воздействия загрязнения атмосферы в исследуемом регионе: учебное пособие для вузов / А.А. Швыряев, В.В. Меньшиков. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 124 с.

2. Мешков, Н.А. Эпидемиологическое моделирование причинной обусловленности факторами среды обитания онкологических, сердечно-сосудистых заболеваний и болезней органов дыхания у детей и взрослых // Международный научно-исследовательский журнал: Екатеринбург – МНИЖ. – №7 (14) – Ч. 5, 2013 – С. 5–8.

3. Wong, Tze Wai Air pollution and hospital admissions for respiratory and cardiovascular diseases in Hong Kong / Tze Wai Wong, Lau Tai Shing, Yu Tak Sun, Neller Anne, Wong Siu Lan, Tam Wilson, Pang Sik Wing // Occup. and Environ. Med. – 1999. – V. 56, № 10. – P. 679–683.

4. Экология / Официальный сайт Makeевского городского совета, его исполнительных органов, городского головы – 2011. – Режим доступа: <http://cite-eerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.151.342&rep=rep1&type=pdf>. <http://www.makeyevka.dn.ua/ru/city-economy/ecology/>.

5. Зотова, Н.В. Исследование корреляционных связей между несколькими классами болезней населения Томской области / Н.В. Зотова, Г.В. Смирнов // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники: ТУСУР – № 5 (13), 2006 – С. 107-109.

6. Кашина, В.Г. Анализ пространственно - временной связи загрязнения воздушного бассейна и заболеваний органов дыхания населения города Ижевска / В.Г. Кашина, И.Л. Малькова // Науки о земле – № 11, 2005. – С. 69– 75.

7. Безуглая, Э.Ю. Влияние загрязнения атмосферы на здоровье населения / Э.Ю. Безуглая, Е.К. Завадская // Труды ГГО. – 1998. – Вып. 549. – С. 171–199.

8. Безуглая, Э.Ю. Исследования загрязнения атмосферы и связи с влиянием их на здоровье населения / Э.Ю. Безуглая, Е.К. Завадская, Г.П. Расторгуева, И.В. Смирнова // Современные исследования Главной геофизической обсерватории: к 150-летию со дня основания: юбилейный сборник. – 1999. – Том 1. – С. 144–161.