

# ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ФОРМАЛЬДЕГИДОМ НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ ПЕРМСКОГО КРАЯ

**Мещурова Татьяна Александровна**

*К.б.н., старший научный сотрудник  
Уральский государственный научно-  
исследовательский институт региональных  
экологических проблем  
tmeshurova@mail.ru*

## THE INFLUENCE OF ATMOSPHERIC AIR POLLUTION WITH FORMALDEHYDE ON THE MORBIDITY OF THE POPULATION OF THE PERM REGION

**T. Meshchurova**

*Summary.* The constant impact of polluted air on the health of the population eventually manifests itself in an increase in morbidity and even mortality. Children are a more sensitive group of the population to adverse environmental factors.

For several years, in the atmospheric air of the territories of a number of cities of the Perm Region, excess of the maximum permissible concentrations of harmful substances were recorded: formaldehyde, ethylbenzene, phenol and other dangerous components. The problem of air pollution with formaldehyde is relevant for many cities of the Russian Federation. In the Perm Region, in recent years, in the structure of the newly detected morbidity, there has been an increase in indicators for respiratory diseases among children and adults, and for diseases of the circulatory system in adults.

The aim of this study was to study the effect of formaldehyde pollution in the atmospheric air on the incidence of respiratory and circulatory diseases in the Perm Region. Data on the nature of atmospheric air pollution with formaldehyde are taken from the annual reports on the state and environmental protection of the Perm Region. The indicators of the first identified respiratory diseases of children and adults (2006–2018), the incidence of the circulatory system (adults for 2010–2018) were used from the materials of reports on the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Perm Region.

It was found that the amount of formaldehyde emissions tends to increase. As a result of the correlation analysis, it was found that there is a correlation between an increase in the incidence of respiratory diseases in children and adults, the circulatory system of adults and an increase in the pollution of atmospheric air with formaldehyde. Significant correlation coefficients were obtained between formaldehyde emissions and indicators of respiratory diseases in children ( $r=0.92$  — high correlation), adults ( $r=0.60$  — average correlation) and diseases of the circulatory system in adults ( $r=0.86$  — high correlation). The study is important for the implementation of improving the effectiveness of environmental protection measures and the implementation of preventive measures to protect the health of the population in order to improve the quality of life.

*Аннотация.* Постоянное воздействие загрязненного воздуха на здоровье населения в итоге проявляется в росте показателей заболеваемости и даже смертности. Более чувствительной группой населения к неблагоприятным факторам окружающей среды являются дети.

На протяжении нескольких лет в атмосферном воздухе территорий ряда городов Пермского края фиксировались превышения предельно допустимых концентраций вредных веществ: формальдегида, этилбензола, фенола и других опасных компонентов. Проблема загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом является актуальной для многих городов Российской Федерации. В Пермском крае в последние годы в структуре впервые выявленной заболеваемости наблюдается рост показателей по болезни органов дыхания среди детского и взрослого населения, и по заболеваниям системы кровообращения у взрослых.

Целью настоящего исследования явилось изучение влияния загрязнения формальдегидом атмосферного воздуха на заболеваемость органов дыхания и системы кровообращения населения в Пермском крае. Данные о характере загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом взяты из ежегодных докладов о состоянии и об охране окружающей среды Пермского края. Показатели впервые выявленной заболеваемости органов дыхания детского и взрослого населения (2006–2018 гг.), заболеваемости системы кровообращения (взрослых за 2010–2018 гг.) использованы из материалов докладов о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае.

Выявлено, что величина выбросов формальдегида имеет тенденцию к повышению. В результате проведенного корреляционного анализа установлено, что прослеживается корреляция между увеличением заболеваемости органов дыхания детского и взрослого населения, системы кровообращения взрослых и повышением загрязненности формальдегидом атмосферного воздуха. Получены значимые коэффициенты корреляции между выбросами формальдегида и показателями заболеваемости органов дыхания детского ( $r=0,92$  — высокая корреляция), взрослого населения ( $r=0,60$  — средняя корреляция) и болезнями системы кровообращения взрослых ( $r=0,86$  — высокая корреляция). Исследование имеет значение для реализации повышения эффективности природоохранных мероприятий и проведения профилактических мер для охраны здоровья населения с целью улучшения качества жизни.

*Keywords:* atmospheric air pollution, emissions, formaldehyde, Perm region, respiratory and circulatory diseases.

## Введение

**О**дним из основных факторов внешней среды, которые формируют условия проживания населения, является состояние атмосферного воздуха. Компоненты загрязненного воздушного бассейна постоянно и нередко в значительной степени воздействует на дыхательную, сердечнососудистую, иммунную, нервную системы организма человека. Загрязнители воздуха раздражают органы зрения и обоняния, могут приводить к повышению давления, способствовать вероятности возникновения раковых заболеваний. Более чувствительной группой населения к неблагоприятным факторам окружающей среды являются дети.

Постоянное воздействие загрязненного воздуха на здоровье населения в итоге проявляется в росте показателей заболеваемости и даже смертности [1].

Особый вред здоровью наносят присутствующие в атмосфере вещества 1 и 2 класса опасности. Одним из таких является формальдегид (2 класс опасности), который внесен в список канцерогенных веществ [2, 3], продукт горения топлива. Главный источник формальдегида в воздушном пространстве — выброс выхлопных газов автотранспорта. Это вещество поступает в атмосферу в смеси с другими углеводородами от предприятий черной металлургии, тепловых электростанций, других промышленных источников и образуется в результате цепи химических реакций взаимодействия углеводородов с оксидами азота. Концентрации формальдегида существенно возрастают вблизи автомагистралей в летние месяцы при высокой интенсивности солнечной радиации [4–7].

Формальдегид — сильно реакционноспособное вещество. Попадая в атмосферу, формальдегид испытывает дальнейшие химические превращения либо под действием света, либо реагируя с другими примесями. Период полураспада формальдегида зависит от уровня ультрафиолета, присутствия и концентрации других загрязнителей [6, 8].

Токсические свойства формальдегида изучены в экспериментах на животных. Он вызывает дегенеративные процессы в паренхиматозных органах. Основной путь попадания этого газа в организм — ингаляционный [9].

Исследованиями ученых показано токсическое, аллергенное, возможное мутагенное и канцерогенное

*Ключевые слова:* загрязнение атмосферного воздуха, выбросы, формальдегид, Пермский край, заболеваемость органов дыхания и системы кровообращения.

действие формальдегида (на примере животных и человека) [3, 10, 11]. Установлена прямая положительная регрессионная зависимость заболеваемости населения гриппом и ОРВИ в 26 исследуемых городах Российской Федерации от содержания формальдегида в воздухе [12].

Отмечено возрастание вероятности развития аллергического ринита, патологии лимфоидной ткани носоглотки и нарушений пищеварительной системы при аэрогенном воздействии бензола, фенола, формальдегида у детей разного возраста [11]. Показана тесная корреляционная связь со значениями риска по формальдегиду с уровнем заболеваемости общей и органов дыхания среди детского населения г. Ижевска. Наиболее высокий уровень заболеваемости детского населения фиксировался в пределах педиатрических участков, непосредственно примыкающих к крупным перекресткам автодорог [13]. Исследованием территориального управления Роспотребнадзора по Тульской области установлено, что при хроническом аэрогенном воздействии на население Тульской области наибольший вклад в канцерогенный эффект принадлежит формальдегиду и в меньшей степени — тетрахлорэтилену [14].

Очевидно, что проблема загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом является актуальной для многих городов Российской Федерации. Учитывая токсическое и канцерогенное свойства формальдегида, его роль в фотохимических процессах в атмосфере, влияние на заболеваемость населения, наблюдения за выбросами формальдегида в атмосферный воздух и исследования их воздействия необходимы и значимы.

На протяжении нескольких лет в атмосферном воздухе территорий ряда городов Пермского края фиксировались превышения предельно допустимых концентраций вредных веществ: формальдегида, этилбензола, фенола и других опасных компонентов [15–17]. Наибольшую экологическую нагрузку от выбросов стационарных источников в Пермском крае испытывают города, в которых сосредоточены крупные промышленные предприятия: Пермь, Березники, Лысьва, Соликамск [18, 19].

В Пермском крае в 2018 г. в структуре впервые выявленной заболеваемости наибольший удельный вес занимали болезни органов дыхания как среди детского

Таблица 1. Выбросы формальдегида от стационарных источников в Пермском крае в 2010–2019 гг., т

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
19,641	49,476	46,228	52,393	59,577	64,414	70,553	71,364	61,226	52,752

Таблица 2. Показатели впервые выявленной заболеваемости органов дыхания детского населения Пермского края за 2006–2018 гг. (на 1000 детского населения) [20, 23–25]

2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1292,6	1246,2	1260,4	1378,8	1338,7	1385,8	1390,5	1421,5	1478,6	1479,3	1465,6	1502,6	1438,3

Таблица 3. Динамика впервые выявленной заболеваемости взрослого населения Пермского края по классам болезней (на 1000 взрослого населения)

Годы	Количество заболеваний (на 1000 взрослого населения)	
	Заболеваемость органов дыхания	Болезни системы кровообращения
2006	169,7	24,6
2007	182,7	22,7
2008	176,3	22,4
2009	182,8	22,4
2010	169,0	22,3
2011	182,1	24,3
2012	168,3	28,8
2013	179,7	29,1
2014	196,4	30,3
2015	189,9	33,4
2016	179,0	36,6
2017	190,71	32,31
2018	208,0	35,0

населения (67,4%), так и взрослого (34,2%). Ежегодно этот показатель заболеваемости превышает средний уровень по Приволжскому федеральному округу и Российской Федерации. Заболевания системы кровообращения являются приоритетной проблемой для Пермского края: в структуре причин смертности занимают первое место [20].

Целью настоящего исследования явилось изучение влияния загрязнения формальдегидом атмосферного воздуха на заболеваемость органов дыхания и системы кровообращения населения в Пермском крае.

#### Материалы и методы

Данные о характере загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом взяты из ежегодных докладов о состоянии и об охране окружающей среды Пермского края. Показатели впервые выявленной заболеваемости органов дыхания детского (дети до 14 лет,

2006–2018 гг.) и взрослого населения (2006–2018 гг.), заболеваемости системы кровообращения (у взрослого населения за 2010–2018 гг.) использованы из материалов докладов о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае. Проводился корреляционный анализ заболеваемости органов дыхания детского и взрослого населения, системы кровообращения взрослых и загрязненности формальдегидом атмосферного воздуха.

#### Результаты и обсуждение

При исследовании загрязненности формальдегидом атмосферного воздуха на территории Пермского края в 2017–2019 гг. выявлено, что превышения предельно допустимых концентраций его наблюдались в Перми (от 1,1 до 5,8 ПДК), Соликамске (от 1,2 до 2,1 ПДК), Березниках (от 1,1 до 2,1 ПДК), Губахе (от 1,2 до 2,8 ПДК) в течение нескольких месяцев [15–17]. Нужно заметить, что по результатам наблюдений на стационар-

ных постах превышения ПДК формальдегида фиксировались чаще в летние месяцы и в сентябре. Единичные случаи зарегистрированы в феврале (Пермь, 2018 г.), в январе и марте (Губаха, 2017 г.). В статье [21] автором также отмечено, что максимальные уровни содержания формальдегида характерны для летних месяцев, минимальные — для зимних, что свидетельствует о значительном вкладе фотохимического образования формальдегида в теплый период.

Сведения о характере загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом от стационарных источников за 2010–2019 гг. в Пермском крае [15–17, 22] представлены в таблице 1.

Из данных таблицы 1 видно, что величина выбросов исследуемого загрязняющего вещества имеет тенденцию к повышению. Масса выброса формальдегида по сравнению с 2010 г. возросла к 2019 г. на 33,111 т, а в 2017 г. — на 51,723 т.

При наблюдении за динамикой и в результате анализа за многолетний период (2006–2018 гг.) впервые выявленной заболеваемости детского населения (дети до 14 лет) Пермского края по классам болезней (на 1000 человек) у детей выявлена тенденция роста заболеваемости органов дыхания. Величины этих показателей представлены в таблице 2.

По сравнению с 2006 г. показатели заболеваемости органов дыхания детского населения увеличились к 2018 г. на 10,13%, а в 2017 г. возрастание заболеваемости наблюдалось почти на 14% (табл. 2).

Проводился анализ заболеваемости (впервые выявленной) органов дыхания и системы кровообращения взрослого населения за 2006–2018 гг. Величины показателей по этим классам болезней [20, 23–25] представлены в таблице 3.

По данным таблицы 3 видно, что число заболевших по обоим видам болезней возрастало к 2018 г. По сравнению с 2006 г. в 2018 г. заболеваемость органов дыха-

ния увеличилась на 18,4%, и количество заболеваний системы кровообращения возросло на 29,7%.

Можно предположить, что одной из причин увеличения встречаемости данных заболеваний считается повышение содержания в атмосферном воздухе Пермского края загрязняющих веществ (этилбензол, ксилол, взвешенные вещества, формальдегид и др.).

Величина выбросов формальдегида имеет тенденцию к повышению (табл. 1). В результате проведенного корреляционного анализа установлено, что прослеживается корреляция между увеличением заболеваемости органов дыхания детского и взрослого населения, системы кровообращения взрослых и повышением загрязненности формальдегидом атмосферного воздуха. Получены значимые коэффициенты корреляции ( $r$ ) между выбросами формальдегида и показателями заболеваемости органов дыхания детского ( $r=0,92$  — высокая корреляция), взрослого населения ( $r=0,60$  — средняя корреляция) и болезнями системы кровообращения взрослых ( $r=0,86$  — высокая корреляция). Выявлена зависимость данных патологий от загрязнения воздуха (формальдегидом) в Пермском крае.

## Заключение

Высокий уровень загрязнения воздушного пространства негативно влияет на здоровье населения и обуславливает повышение заболеваемости органов дыхания, болезней системы кровообращения. В результате проведенного исследования выявлена корреляционная связь между заболеваемостью органов дыхания детского и взрослого населения, системы кровообращения взрослых и повышением загрязненности формальдегидом атмосферного воздуха в Пермском крае. Данная работа имеет значение для реализации повышения эффективности природоохранных мероприятий на промышленных объектах Пермского края, создания объездных дорог для автотранспорта и проведения профилактических мер для охраны здоровья населения с целью улучшения качества жизни.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Синицын И.С. Оценка влияния загрязнения атмосферного воздуха города Ярославля на заболеваемость органов дыхания // Ярославский педагогический вестник. 2011. № 1. Том III (Естественные науки). С. 190–194.
2. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания: СанПиН 1.2.3685–21: утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 2 — Режим доступа: справочно-правовая система «Техэксперт».
3. Характеристики загрязняющих веществ: справочник. Составители: Н.В. Костылева, Н.Л. Рачёва. Пермь, ФГБУ УралНИИ «Экология». 2017. 283 с.
4. Ахметшина А.С., Журавлёв Г.Г., Романюк В.А. Мониторинг загрязнения воздушного бассейна г. Томска // Вестник Томского государственного университета. 2009. № 328. С. 208–213.

5. Заридзе Д.Г., Земляная Г.М. Загрязнение атмосферного воздуха и заболеваемость городского населения раком легких // Санитария и гигиена. 1990. № 12. С. 4–7.
6. Халиков И.С. Формальдегид в атмосферном воздухе: источники поступления и пути удаления // Экологическая химия. 2019. № 28 (6). С. 307–317.
7. Tago, H., Kimura, H., Kozawa, K., Fujie, K., Water Air Soil Pollut., 2005, vol. 163, pp. 269—280.
8. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 88. Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and 1-tert-Butoxypropan-2-ol. World Health Organization. Lyon, France, 2006. 497 p.
9. Розанов В.Н. Формальдегид // Химическая энциклопедия: в 5 т. / Гл. ред. Н.С. Зефирова. — М.: Большая Российская энциклопедия: 10 000 экз., 1998. Т. 5: Триптофан — Ятрохимия. С. 115–116. — 783 с.
10. Дорогова В.Б., Тараненко Н.А., Рычагова О.А. Формальдегид в окружающей среде и его влияние на организм (обзор) // Acta Biomedica Scientifica. 2010. № 1. С. 32–35.
11. Маклакова О.А. Оценка риска развития заболеваний органов дыхания и коморбидной патологии у детей в условиях загрязнения атмосферного воздуха химическими веществами техногенного происхождения (когортное исследование) // Анализ риска здоровью. 2019. № 2. С. 56–61.
12. Сысоева Т.И., Карпова Л.С., Безуглая Э.Ю. Оценка влияния загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом на суммарную заболеваемость гриппом и ОРВИ в 29 городах России // ЗНиСО. 2015. № 3 (264). С. 45–48.
13. Малькова И.Л., Семкина А.В. К оценке загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом как фактора риска для здоровья детского населения города Ижевска // Вестник ВГУ, серия: География. Геоэкология, 2017, № 1. С. 55–59.
14. Сайт управления Роспотребнадзора по Тульской области. Раздел «Мониторинг» — URL: <http://rpn.tula.ru/monitoring/4.html> (дата обращения 24.03.2021).
15. О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края в 2017 году. Доклад Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края. 2018. Пермь.
16. О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края в 2018 году. Доклад Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края. 2019. Пермь.
17. О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края в 2019 году. Доклад Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края. 2020. Пермь.
18. Макоско А.А., Матешева А.В. О тенденциях распространенности экологически обусловленных заболеваний вследствие техногенного загрязнения атмосферы // Инновации. 2012. № 10 (168). С. 98–105.
19. Мещурова Т.А. Оценка загрязнения атмосферного воздуха в городах Пермского края // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2020. № 1. С. 110–119.
20. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае в 2019 году. Доклад управления Роспотребнадзора по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае». 2020. Пермь.
21. Какарека С.В. Формальдегид в атмосферном воздухе городов // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2012. № 5. С. 82–89.
22. О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края в 2015 году. Доклад Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края. 2016. Пермь.
23. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Пермском крае в 2010 году: Государственный доклад Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае». 2011. Пермь.
24. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Пермском крае в 2011 году: Государственный доклад Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае». 2012. Пермь.
25. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае в 2015 году. Государственный доклад Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае», 2016. Пермь.

© Мещурова Татьяна Александровна ( [tmeshurova@mail.ru](mailto:tmeshurova@mail.ru) ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»