

УДК [614.72:621.43.064](571.12)

ВЛИЯНИЕ ВЫБРОСОВ АВТОТРАНСПОРТА НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ И РИСК ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ Г. ТЮМЕНИ

© 2018 г. Н. А. Литвинова, *С. А. Молотилова

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» Министерства образования и науки России;

*Городская поликлиника № 5, г. Тюмень

Цель исследования – изучение динамики и структуры заболеваемости среди детей до 14 лет, взрослого населения старше 18 лет и возможного влияния концентраций выбросов автотранспорта на заболеваемость людей, проживающих в Калининском округе г. Тюмени, а также оценка канцерогенных рисков от ингаляции химических веществ в атмосферный воздух от автотранспорта. *Методы.* Натурные исследования среднегодовых концентраций выбросов (оксид углерода (II), диоксид азота, сажа, взвешенные вещества, формальдегид, свинец) проведены от магистралей с интенсивностью движения 3 000 авт./час, принцип работы приборов – электрохимический. Измерения проводились в течение 6 лет в осенне-зимний и весенне-летний периоды, 4 раза в сутки. Для анализа выбраны приоритетные вещества, составляющие более 90 % вклада в общей массе выбросов района. *Результаты.* Проведен корреляционный анализ влияния качества атмосферного воздуха на заболеваемость детского и взрослого населения района и рассчитаны значения суммарного канцерогенного риска (для взрослых $4,872 \cdot 10^{-1}$, для детей до 14 лет – 1,796) и неканцерогенного риска (по оксиду углерода (II) – 23,28). Установлена сильная связь между среднегодовыми концентрациями выбросов автотранспорта и заболеваниями органов дыхания (дети $r = 0,894$; $p = 0,04$, взрослые $r = 0,920$; $p = 0,027$) и новообразованиями (дети $r = 0,970$; $p = 0,006$, взрослые $r = 0,921$; $p = 0,026$). Больше всего, 51 % от суммарного индекса опасности, составляют болезни, связанные с органами дыхания, 48,9 % – болезни сердечно-сосудистой системы, остальные заболевания приходятся на центральную нервную систему и заболевания глаз и его придаточного аппарата. *Вывод:* для населения Калининского округа г. Тюмени риск развития заболеваний органов дыхания и сердечно-сосудистой системы является чрезвычайно высоким, необходимы срочные мероприятия для их снижения. Риск развития заболеваний центральной нервной системы минимален.

Ключевые слова: автотранспорт, выбросы, атмосферный воздух, заболеваемость, корреляция, риск

THE INFLUENCE OF MOTOR TRANSPORT EMISSIONS ON MORBIDITY AND HEALTH RISK OF THE POPULATION OF TYUMEN CITY

N. A. Litvinova, *S. A. Molotilova

Tyumen Industrial University, Tyumen; *City polyclinic N 5, Tyumen, Russia

The aim of the work is to study the dynamics and structure of morbidity among children (under 14 years), adults (over 18 years) and the possible impact of concentrations of motor transport emissions on the morbidity of people living in the study area of Tyumen city, as well as the assessment of carcinogenic risks from inhalation of chemicals in ambient air from road transport. *Methods.* Field observations of average annual concentrations of emissions (carbon oxide (II), nitrogen dioxide, soot, suspended solids, formaldehyde, lead) were taken from highways with traffic volume 3000 vehicles/hour of the Kalinin district of Tyumen city, the principle of operation of devices - electrochemical. The measurements were carried out during 6 years in autumn-winter and spring-summer periods, 4 times a day. Priority substances, constituting more than 90 % contribution to total mass emissions of the area were selected for the analysis. *The results* of correlation analysis of the influence of air quality on the morbidity of children and adults in the area was carried out and the values of the total carcinogenic risk ($4,872 \cdot 10^{-1}$ for adults, 1,796 for children under 14 years) and non - carcinogenic risk (23,28 for carbon oxide (II)) were calculated. A strong relationship was established between the annual concentrations of vehicle emissions and respiratory diseases (children $r = 0,894$; $p = 0,04$; adults $r = 0,920$; $p = 0,027$) and neoplasms (children $r = 0,970$; $p = 0,006$; adults $r = 0,921$; $p = 0,026$). Most of all, 51 % of the total index of danger are diseases associated with the respiratory system, 48,9 % - diseases of the cardiovascular system, the rest fall on the Central nervous system and eye diseases and its subordinate apparatus. *Conclusion:* The risk of respiratory diseases and diseases of the cardiovascular system is extremely high in Kalinin district of Tyumen city and urgent measures are needed for its reduction. The risk of development of diseases of the Central nervous system is minimal.

Key words: transport, emissions, air, morbidity, correlation, risk

Библиографическая ссылка:

Литвинова Н. А., Молотилова С. А. Влияние выбросов автотранспорта на заболеваемость и риск здоровью населения г. Тюмени // Экология человека. 2018. № 8. С. 11–16.

Litvinova N. A., Molotilova S. A. The Influence of Motor Transport Emissions on Morbidity and Health Risk of the Population of Tyumen City. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2018, 8, pp. 11-16.

Автотранспорту как источнику загрязнения воздушной среды присущ ряд отличительных особенностей. Во-первых, численность автотранспорта в городе быстро увеличивается, а вместе с тем растет валовый выброс в атмосферу загрязнителей. Во-вторых,

в отличие от стационарных источников, привязанных к определенным площадкам и отделенных санитарно-защитной зоной от жилья, автотранспорт является движущимся источником, широко встречающимся в жилых районах и местах отдыха [1, 4, 13, 15, 18].

В-третьих, автомобильные газы представляют собой чрезвычайно сложную, недостаточно изученную смесь токсичных компонентов, поступающую в городской застройке в приземный слой воздуха, где их рассеивание затруднено [2, 14, 16, 17, 19, 20].

Целью исследования было изучение динамики и структуры заболеваемости среди детей (до 14 лет), взрослого населения (старше 18 лет) и возможного влияния концентраций выбросов автотранспорта на заболеваемость людей, проживающих в Калининском административной округе г. Тюмени, а также оценка канцерогенных рисков от ингаляции химических веществ в атмосферный воздух автотранспортом для взрослых и детей.

В работе на первом этапе изучена связь между среднегодовыми концентрациями загрязнителей атмосферного воздуха от автотранспорта исследуемого района города и данными по заболеваемости среди взрослого и детского населения в течение 6 лет с 2011 по 2016 г. На втором этапе проведена оценка риска здоровью канцерогенных и неканцерогенных влияний загрязнения воздуха.

Методы

Наиболее чувствительными группами населения в отношении воздействия атмосферных загрязнений являются дети, которые лишены производственного контакта с данными раздражителями. Отбор проб воздуха проводился в районе проживания населения, а именно вблизи автотранспортных магистралей с интенсивностью движения свыше 3 000 авт./час. Натурные исследования среднегодовых концентраций выбросов (оксид углерода (II), диоксид азота, сажа, взвешенные вещества, формальдегид, свинец) проводились на базе лаборатории окружающей среды кафедры техносферной безопасности Тюменского индустриального университета, а также лаборатории Центра гигиены и эпидемиологии по Тюменской области, принцип работы приборов — электрохимический. Для измерения концентраций оксида углерода (II) использовался АНК-АТ 7664 М, Палладий 3М, для измерения остальных выбросов в атмосферном воздухе — газоанализатор ГАНК-4. Измерения проводились в течение 6 лет в осенне-зимний и весенне-летний периоды, 4 раза в сутки, затем были получены среднегодовые концентрации. Для анализа были выбраны приоритетные вещества, составляющие более 90 % вклада в общей массе выбросов района по данным наблюдений Центра гигиены и эпидемиологии по Тюменской области [4, 6].

Проведен корреляционный анализ влияния качества атмосферного воздуха на заболеваемость детского (до 14 лет) и взрослого населения (18 лет и старше) исследуемого района с оживленными транспортными магистралями по данным о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации (городская поликлиника № 5 г. Тюмени, форма № 12), за 6 лет (2011–2016). Обработка была проведена с помощью

программы SPSS Statistics. Оценка статистической значимости коэффициента корреляции осуществлялась при помощи t -критерия при уровнях значимости $p = 0,01$ и $p = 0,05$. Для анализа корреляционной зависимости использовался коэффициент корреляции Пирсона, так как количество сопоставляемых переменных равно двум (средняя годовая концентрация химического вещества и заболеваемость), получено нормальное распределение сопоставляемых переменных, переменные имеют линейную взаимосвязь: с ростом загрязнения автотранспортом исследуемого района растет заболеваемость органов дыхания, сердечно-сосудистой системы, болезни крови и кроветворных органов и др. [11].

На втором этапе исследования проводился анализ канцерогенных и неканцерогенных влияний загрязнений атмосферного воздуха района [6]. При анализе канцерогенных влияний загрязнений атмосферного воздуха вычислялась величина PCRA, где учитывалась численность населения, подвергающегося воздействию, среднегодовая концентрация веществ. Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов для отдельных веществ проводилась на основе расчета коэффициента опасности (HQ). Риск ингаляционной экспозиции для взрослого населения рассчитывался на основе референтной концентрации для хронического воздействия (RfC) и предельно допустимой среднесуточной концентрации ($ПДК_{ср}$). Также вычислялись значения суммарного индекса опасности, индексов опасности для отдельных органов и систем.

Результаты

Результаты изучения динамики и структуры заболеваемости исследуемого района города показали, что с 2011 по 2016 г. среди детей до 14 лет увеличилось количество заболеваний органов дыхания на 30 %, системы органов кровообращения, болезней крови и кроветворных органов на 22 %, болезней нервной системы на 30 %, злокачественных и доброкачественных новообразований на 26 %. Среди взрослого населения также можно отметить, что увеличились болезни органов дыхания на 23 %, болезни крови и кроветворных органов на 21 %, болезни системы кровообращения на 18 %, новообразования злокачественные и доброкачественные на 30 %.

В связи с ростом заболеваемости детского и взрослого населения выбранного района г. Тюмени были отобраны пробы и получены среднегодовые концентрации загрязняющих веществ от магистралей 3 000 авт./час в Калининском округе города за 6 лет.

В табл. 1 приведены усредненные по данным натурных исследований за рассматриваемый период концентрации вредных химических веществ от автотранспорта, загрязняющих атмосферный воздух данного района, а также соответствующие им значения среднесуточных $ПДК_{ср}$.

Отмечена динамика увеличения выбросов загрязнителей в атмосферный воздух от автотранспорта: концентрация оксида углерода (II) превысила норму

Таблица 1

Значение среднегодовых концентраций веществ
от автотранспорта Калининского округа г. Тюмени

Вещество	ПДК _{сс} , мг/м ³	Концентрация, мг/м ³ по годам				
		2011	2012	2013	2015	2016
Оксид углерода (II)	3	4,3	4,5	5	10	15
Сажа	0,05	0,075	0,1	0,15	0,2	0,3
Взвешенные вещества	0,15	0,47	0,5	0,65	0,7	0,78
Диоксид азота	0,04	0,07	0,075	0,085	0,09	0,18
Формальдегид	0,01	0,015	0,02	0,03	0,045	0,055
Свинец	0,0003	0,00029	0,00035	0,00045	0,00065	0,00075

от 1,4 до 5 ПДК_{сс}, взвешенных веществ от 3 до 5,2 ПДК_{сс}, сажи от 1,5 до 6 ПДК_{сс}, диоксида азота от 1,75 до 4,5 ПДК_{сс}, формальдегида от 1,5 до 5,5 ПДК_{сс}, свинца и его соединений от 0,95 до 2,5 ПДК_{сс}.

Обсуждение результатов

Результаты исследования показали сильную корреляционную связь между среднегодовой концентрацией оксида углерода (II) и болезнями крови и кроветворных органов: анемией $r = 0,965$; $p = 0,008$, а также болезнями органов дыхания: бронхитом хроническим $r = 0,894$; $p = 0,04$, аллергическим ринитом $r = 0,957$; $p = 0,011$ среди детей до 14 лет. Влияние на анемию обусловлено способностью оксида углерода (II) превращать часть гемоглобина в карбоксигемоглобин, что ведет к развитию гипоксии и нарушению тканевого дыхания.

Диоксид азота снижает сопротивление организма к заболеваниям, уменьшает уровень гемоглобина в крови, раздражает дыхательные пути. При длительном вдыхании этого газа происходит кислородное голодание тканей, особенно у детей. Газ вызывает болезни органов дыхания, кровообращения и злокачественные новообразования [9, 21, 22]. На территории Калининского округа с оживленными магистралями отмечена сильная связь между концентрацией диоксида азота и астмой $r = 0,895$; $p = 0,040$, а также бронхитом хроническим $r = 0,890$; $p = 0,043$ у детей.

Отмечена сильная корреляционная связь между твердыми частицами и болезнями органов дыхания у детей: астмой $r = 0,947$; $p = 0,015$, аллергическим ринитом $r = 0,915$; $p = 0,029$, бронхитом хроническим $r = 0,951$; $p = 0,013$, между концентрацией взвешенных веществ и астмой $r = 0,975$; $p = 0,005$, бронхитом хроническим $r = 0,907$; $p = 0,034$. Обнаружена сильная связь концентрации сажи со злокачественными $r = 0,961$; $p = 0,009$ и доброкачественными $r = 0,953$; $p = 0,012$ новообразованиями.

При проникновении взвешенных частиц в органы дыхания происходит нарушение системы дыхания и кровообращения. Вдыхаемые частицы влияют как непосредственно на респираторный тракт, так и на другие органы за счет токсического воздействия входящих в состав частиц компонентов. Люди с хроническими заболеваниями легких, болезнями

сердечно-сосудистой системы, астмой, частыми простудными заболеваниями, пожилые и дети особенно чувствительны к влиянию мелких взвешенных частиц [3, 5, 7, 10]. Результаты данного исследования среди детей до 14 лет показали сильную связь концентрации взвешенных веществ не только с заболеваниями органов дыхания, но и болезнями глаза и его придаточного аппарата, в частности конъюнктивитом $r = 0,919$; $p = 0,028$.

На врожденные аномалии, злокачественные и доброкачественные новообразования большое влияние оказывает концентрация формальдегида и свинца и его соединений. Данные вещества являются сильнейшими канцерогенами [12].

Среди детского населения установлена сильная связь между концентрацией формальдегида и болезнями органов дыхания: астмой $r = 0,960$; $p = 0,009$, аллергическим ринитом $r = 0,945$; $p = 0,015$, со злокачественными $r = 0,970$; $p = 0,006$, доброкачественными $r = 0,966$; $p = 0,007$ новообразованиями. Отмечена сильная связь между концентрацией свинца и анемией $r = 0,951$; $p = 0,013$, заболеваниями нервной системы $r = 0,915$; $p = 0,029$, врожденными аномалиями $r = 0,947$; $p = 0,015$, злокачественными новообразованиями $r = 0,961$; $p = 0,009$, доброкачественными новообразованиями $r = 0,953$; $p = 0,012$. Свинец поступает в атмосферный воздух с выбросами автотранспорта района в основном в виде аэрозоля неорганических солей и окислов. У детей в возрасте до 5 лет значительно снижается уровень интеллектуального развития. Важным симптомом отравления у детей любого возраста является анемия. Свинец разрушает эритроциты и снижает количество гемоглобина. Как следствие, организм ребенка испытывает хроническое кислородное голодание, что приводит к снижению умственного развития [9].

Аналогичный корреляционный анализ проводился среди взрослого населения (18 лет и старше).

Результаты анализа показали среднюю связь между концентрацией оксида углерода (II) и анемией $r = 0,765$; $p = 0,017$, сильную связь между концентрацией диоксида азота и астмой $r = 0,879$; $p = 0,049$. Установлена сильная связь между концентрацией твердых частиц сажи и аллергическим ринитом $r = 0,976$; $p = 0,005$, бронхитом хроническим $r = 0,920$; $p = 0,027$, врожденными аномалиями $r = 0,988$; $p = 0,001$, злокачественными новообразованиями $r = 0,921$; $p = 0,026$, а также доброкачественными новообразованиями $r = 0,974$; $p = 0,005$. Отмечена сильная связь между концентрацией взвешенных веществ и астмой $r = 0,886$; $p = 0,045$, аллергическим ринитом $r = 0,977$; $p = 0,004$, бронхитом хроническим $r = 0,984$; $p = 0,002$.

Органические соединения свинца нарушают обмен веществ, отмечена сильная связь между концентрацией свинца и заболеваниями эндокринной системы $r = 0,970$; $p = 0,006$. Свинец влияет на почки, печень, нервную систему и органы кровообращения, оказывает мутагенное воздействие: установлена сильная

связь между концентрацией свинца и врожденными аномалиями $r = 0,995$; $p = 0,000$.

Результаты исследования среди взрослого населения района показали сильную связь между концентрацией формальдегида и заболеваниями органов дыхания: бронхитом хроническим $r = 0,963$; $p = 0,008$, астмой $r = 0,924$; $p = 0,025$, между концентрацией формальдегида и злокачественными новообразованиями $r = 0,952$; $p = 0,000$.

На втором этапе исследования проводился анализ канцерогенных и неканцерогенных влияний загрязнений атмосферного воздуха данного района [8].

При анализе канцерогенных влияний загрязнений атмосферного воздуха величина PCRa вычислялась по формуле 1:

$$PCRa = \sum (C_i \times UR_i) \times POP/70, \quad (1)$$

где C_i — среднегодовая концентрация i -го вещества; POP — численность популяции, подвергающейся воздействию; UR_i — единичный риск за всю жизнь (70 лет).

Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов для отдельных веществ проводилась на основе расчета коэффициента опасности по формуле 2:

$$HQ = AC/RfC, \quad (2)$$

где HQ — коэффициент опасности; AC — средняя концентрация, mg/m^3 ; RfC — референтная (безопасная) концентрация, mg/m^3 .

Расчет проводился для двух категорий населения — взрослых и детей. Значения рассчитанных канцерогенных рисков и суммарные риски от ингаляции для взрослых и детей представлены в табл. 2.

Таблица 2

Значения канцерогенных рисков от ингаляции химических веществ в атмосферный воздух от автотранспорта для взрослых и детей Калининского округа г. Тюмени (2011–2016)

Вещество	Значение канцерогенных рисков от ингаляции PCRa	
	Взрослые	Дети (до 14 лет)
Сажа	0,353571	1,65
Взвешенные вещества	0,13285714	0,1456575
Формальдегид	0,00070714286	0,00033
Свинец	0,0001067143	0,000498

Риск ингаляционной экспозиции для взрослого населения рассчитывался на основе RfC и ПДК_{сс}.

Полученные уровни канцерогенного риска варьируют в диапазоне от 10^{-4} до 10^{-3} и могут быть распределены следующим образом:

- уровень риска 10^{-4} – 10^{-3} приемлем только для профессиональных групп и неприемлем для населения в целом. Требуется разработка и проведение плановых оздоровительных мероприятий. К этой группе относится свинец, формальдегид;
- уровень риска, превышающий 10^{-3} , неприемлем ни для профессионалов, ни для населения. Необходимо принятие решений о проведении экстренных

оздоровительных мероприятий по снижению риска. В группе таких веществ-канцерогенов от автотранспорта данного района — сажа, взвешенные вещества.

Значения суммарного канцерогенного риска для взрослых и детей различны. Так, канцерогенный риск для взрослого населения Калининского округа г. Тюмени составил $4,872 \cdot 10^{-1}$, а для детей до 14 лет — 1,796. Риски такого порядка являются очень высокими, и необходимы срочные мероприятия для их снижения.

Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов осуществлялась путем расчета индекса опасности при сравнении фактических уровней экспозиции с безопасными уровнями воздействия (табл. 3).

Таблица 3

Уровень неканцерогенного риска для взрослых и детей Калининского округа г. Тюмени

Вещество	HQ взрослые	HQ дети (до 14 лет)	Уровень неканцерогенного риска
Оксид углерода (II)	23,28	23,28	Чрезвычайно высокий
Диоксид азота (IV)	0,02848	0,02848	Низкий
Взвешенные вещества	0,695	0,695	Низкий
Сажа	0,00825	0,00825	Минимальный
Свинец	0,000498	0,000498	Минимальный
Формальдегид	0,033	0,033	Минимальный

Ранжирование веществ проводилось по величине коэффициента опасности. Значения коэффициентов опасности вредных химических веществ и соответствующие им критические органы и/или системы представлены в табл. 4.

Таблица 4

Значения коэффициентов опасности вредных химических веществ и критические органы и/или системы

Вещество	Органы
Оксид углерода (II)	Сердечно-сосудистая система
Диоксид азота	Органы дыхания, кровь
Взвешенные вещества	Органы дыхания, кровь
Сажа	Органы дыхания, зубы
Свинец	Центральная нервная система, кровь, репродуктивная система, гормональная
Формальдегид	Органы дыхания, глаза

Интегральный индекс опасности для условий одновременного поступления нескольких веществ одним (ингаляционным) путем рассчитывался путем суммирования коэффициентов опасности для отдельных компонентов смеси воздействующих веществ.

В табл. 5 представлены значения суммарного индекса опасности для всех контролируемых веществ, а также индексы опасности для отдельных органов и систем.

Больше всего, 51 % от суммарного индекса опас-

ности, составляют болезни, связанные с органами дыхания, 48,9 % — болезни сердечно-сосудистой системы, остальные 0,1 % — болезни центральной нервной системы и заболевания глаза и его придаточного аппарата.

Таблица 5

Значения суммарного индекса опасности, а также индексов опасности для отдельных органов и систем

Критические органы	Уровень неканцерогенного риска	
Органы дыхания	23,756	Чрезвычайно высокий
Сердечно-сосудистая система	23,28	Чрезвычайно высокий
Центральная нервная система	0,000498	Минимальный
Глаза	0,000099	Минимальный

Таким образом, можно сделать вывод, что для населения Калининского округа г. Тюмени риск развития заболеваний органов дыхания и сердечно-сосудистой системы является чрезвычайно высоким, риск развития заболеваний центральной нервной системы — минимальным. Установлена сильная связь влияния вредных химических веществ от автотранспорта на заболеваемость взрослого и детского населения исследуемого района. В связи с этим необходимо улучшать качество воздуха помещений путем оптимизации воздухообмена с учетом качества наружного воздуха, рекомендовать применять в помещениях приточную вентиляцию с тщательным выбором места притока наружного воздуха; необходимо учитывать качество воздуха от автотранспорта по всей высоте здания при проектировании его вблизи оживленных магистралей.

Список литературы

1. Боев В. М. Экология человека на урбанизированных и сельских территориях. Оренбург: ОГУ, 2003. 234 с.
2. Дацюк Т. А. Моделирование рассеивания вентиляционных выбросов. СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2000. 208 с.
3. Карпин В. А., Шувалова О. И., Гудков А. Б. Клиническое течение артериальной гипертензии в экологических условиях урбанизированного Севера // Экология человека. 2011. № 10. С. 48–52.
4. Литвинова Н. А. Автотранспорт и чистота воздуха в жилых помещениях // Актуальные проблемы строительства, экологии и энергосбережения в условиях Западной Сибири: сборник материалов III международной научно-практической конференции. Тюмень, 2010. С. 113–116.
5. Литвинова Н. А. Автотранспорт и экология воздушной среды города. Тюмень: РИО ФГБОУ «ТюмГАСУ», 2016. 170 с.
6. Май И. В. Анализ риска здоровью от воздействия выбросов автотранспорта и пути его снижения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. № 1 (8). С. 1895–1901.
7. Мироновская А. В., Бузинов Р. В., Гудков А. Б. Прогнозная оценка неотложной сердечно-сосудистой патологии у населения северной урбанизированной территории // Здравоохранение Российской Федерации. 2011. № 5. С. 66–67.

8. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Введ. 05-03-2004. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 143 с.

9. Ситдикова А. А., Святлова Н. В., Царева И. В. Анализ влияния выбросов автотранспорта в крупном промышленном городе на состояние загрязнения атмосферного воздуха // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=19623> (дата обращения: 22.08.2017).

10. Унгурияну Т. Н., Лазарева Н. К., Гудков А. Б., Бузинов Р. В. Оценка напряженности медико-экологической ситуации в промышленных городах Архангельской области // Экология человека. 2006. № 2. С. 7–10.

11. Федорова А. И., Никольская А. Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды. М.: ВЛАДОС, 2003. 288 с.

12. Фокин С. Г. Оценка риска здоровью населения при проектировании транспортных потоков Москвы // Гигиена и санитария. 2009. № 6. С. 36–38.

13. Becker K. German health-related environmental Assessing time trends of the general population's exposure to heavy metals // International Journal of Hygiene and Environmental Health. 2013. N 3. P. 250–254.

14. Cornell A. Domestic airborne black carbon and exhaled nitric oxide in children in NYC // Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology. 2012. N 22. P. 258–266.

15. Deziel N. A multi-day environmental study of polycyclic aromatic hydrocarbon exposure in a high-risk region for esophageal cancer in China // Journal of Exposure Science and Epidemiology. 2013. N 23. P. 52–59.

16. Dionisio K. The exposure of infants and children to carbon monoxide from biomass fuels in The Gambia: a measurement and modeling study // Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology. 2012. N 22. P. 173–181.

17. Eitan O. Spatial analysis of air pollution and cancer incidence rates in Haifa Bay, Israel // Science of the Total Environment. 2010. N 408. P. 4429–4439.

18. Jones R. Associations between summertime ambient pollutants and respiratory morbidity in New York City: Comparison of results using ambient concentrations versus predicted exposures // Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology. 2013. N 23. P. 616–626.

19. Kolossa-Gehring M. Environmental surveys, specimen bank and health related environmental monitoring in Germany // International Journal of Hygiene and Environmental Health. 2012. N 215. P. 120–126.

20. Lee Y. Effects of ambient air pollution on pulmonary function among schoolchildren // International Journal of Hygiene and Environmental Health. 2011. N 214. P. 369–375.

21. Wiwatanadate P. Acute effects of air pollution on peak expiratory flow rates and symptoms among asthmatic patients in Chiang Mai, Thailand // International Journal of Hygiene and Environmental Health. 2011. N 214. P. 251–257.

22. Yamamoto S. A systematic review of air pollution as a risk factor for cardiovascular disease in South Asia: Limited evidence from India and Pakistan // International Journal of Hygiene and Environmental Health. 2014. N 217. P. 133–144.

References

1. Boev V. M. *Ekologiya cheloveka na urbanizirovannykh i sel'skikh territoriyakh* [Human ecology in urban and rural areas]. Orenburg, 2003, 234 p. [In Russian]

2. Datsyuk T. A. *Modelirovanie rasseivaniya ventilyatsionnykh vybrosov* [Simulation of dispersion of air emissions]. Saint-Petersburg, 2000, 208 p.
3. Karpin V. A., Shuvalova O. I., Gudkov A. B. Essential hypertension course in ecological conditions of urban North. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2011, 10, pp. 48-52. [In Russian]
4. Litvinova N. A. Avtotransport i chistota vozdukh v zhilykh pomeshcheniyakh [Vehicles and air quality in residential areas]. In: *Aktual'nye problemy stroitel'stva, ekologii i energosberezheniya v usloviyakh Zapadnoi Sibiri: sbornik materialov III mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Actual problems of construction, ecology and energy efficiency in Western Siberia: collection of materials of III international scientific-practical conference]. Tyumen, 2010, pp. 113-116. [In Russian]
5. Litvinova N. A. *Avtotransport i ekologiya vozduшной среды города* [Transport and environment air environment of the city]. Tyumen, Tyumen state University of architecture and construction, 2016, 170 p. [In Russian]
6. Mai I. V. Analysis of health risk from exposure to motor vehicle emissions and ways of its reduction]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk* [Proceedings of the Samara scientific center of Russia Academy of Sciences]. 2011, 1 (8), pp. 1895-1901. [In Russian]
7. Mironovskaya A. V., Buzinov R. V., Gudkov A. B. Prognostic evaluation of urgent cardiovascular disease in the population of a northern urbanized area. *Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii* [Public Health of the Russian Federation]. 2011, 5, pp. 66-67. [In Russian]
8. P 2.1.10.1920-04. The risk assessment guidance for public health when exposed to chemicals, polluting the environment. Moscow, Federal center of sanitary inspection Ministry of health of Russia. 2004, 143 p. [In Russian]
9. Sitdikova A. A., Svyatova N. V., Tsareva I. V. Analysis of influence of emissions of motor transport in a large industrial city on the state of air pollution. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2015, 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=19623> (accessed: 22.08.2017). [In Russian]
10. Unguryanu T. N., Lazareva N. K., Gudkov A. B., Buzinov R. V. Evaluation of medical-ecological situation tension in industrial cities of Arkhangelsk region. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2006, 2, pp. 7-10. [In Russian]
11. Fedorova A. I., Nikol'skaya A. N. *Praktikum po ekologii i okhrane okruzhayushchei sredy* [Workshop on ecology and environmental protection]. Moscow, VLADOS Publ., 2003, 288 p.
12. Fokin S. G. Assessment of health risk when designing traffic flows of Moscow. *Gigiena i Sanitariya*. 2009, 6, pp. 36-38. [In Russian]
13. Becker K. German health-related environmental Assessing time trends of the general population's exposure to heavy metals. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2013, 3, pp. 250-254.
14. Cornell A. Domestic airborne black carbon and exhaled nitric oxide in children in NYC. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*. 2012, 22, pp. 258-266.
15. Deziel N. A multi-day environmental study of polycyclic aromatic hydrocarbon exposure in a high-risk region for esophageal cancer in China. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*. 2013, 23, pp. 52-59.
16. Dionisio K. The exposure of infants and children to carbon monoxide from biomass fuels in The Gambia: a measurement and modeling study. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*. 2012, 22, pp. 173-181.
17. Eitan O. Spatial analysis of air pollution and cancer incidence rates in Haifa Bay, Israel. *Science of the Total Environment*. 2010, 408, pp. 4429-4439.
18. Jones R. Associations between summertime ambient pollutants and respiratory morbidity in New York City: Comparison of results using ambient concentrations versus predicted exposures. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*. 2013, 23, pp. 616-626.
19. Kolossa-Gehring M. Environmental surveys, specimen bank and health related environmental monitoring in Germany. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2012, 215, pp. 120-126.
20. Lee Y. Effects of ambient air pollution on pulmonary function among schoolchildren. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2011, 214, pp. 369-375.
21. Wiwatanadate P. Acute effects of air pollution on peak expiratory flow rates and symptoms among asthmatic patients in Chiang Mai, Thailand. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2011, 214, pp. 251-257.
22. Yamamoto S. A systematic review of air pollution as a risk factor for cardiovascular disease in South Asia: Limited evidence from India and Pakistan. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2014, 217, pp. 133-144.

Контактная информация:

Литвинова Наталья Анатольевна — кандидат технических наук, доцент кафедры техносферной безопасности Института сервиса и отраслевого управления ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» Минобрнауки России

Адрес: 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38

E-mail: litvinova2010-litvinova2010@yandex.ru