

УДК 614.71-614.76

DOI: 10.35693/2500-1388-2020-5-4-230-234

Определение причинно-следственных связей в системе «загрязнение атмосферного воздуха – заболеваемость населения»

И.И. Березин¹, Ю.Ю. Елисеев², А.К. Сергеев¹¹ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России (Самара, Россия)²ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского»

Минздрава России (Саратов, Россия)

Аннотация

Цель — установить причинно-следственные связи в системе «загрязнение атмосферного воздуха — заболеваемость населения» в крупном промышленном городе.

Материал и методы. За 2015–2017 гг. изучена динамика уровней загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом и бенз(а)пиреном по районам г. Самары в сравнении с показателями общей заболеваемости органов дыхания у населения г. Самары. Предметом исследования являлась зависимость количества заболеваний аллергическим ринитом и бронхиальной астмой с концентрациями вышеуказанных веществ.

Результаты. Выявлен рост уровня первичной и общей заболеваемости органов дыхания детского (на 46,7%) и взрослого (на 11,4%) населения. Установлена причинно-следственная связь влияния бенз(а)пирена на развитие аллергического ринита и бронхиальной астмы как у детского ($r = 0,57$ и $r = 0,76$), так и у взрослого ($r = 0,45$ и $r = 0,51$) населения г. Самары. Выявлены достоверные различия по загрязняющим веществам и по частоте заболеваний дыхательной системы детского и взрослого населения в различных районах г. Самары.

Обсуждение. В результате пересмотра значений ПДК по формальдегиду в атмосферном воздухе в сторону их увеличения данный загрязнитель в настоящее время перестал быть приоритетным. Выявленные отрицательные корреляционные связи являются подтверждением отсутствия неблагоприятного воздействия формальдегида на развитие аллергического ринита и бронхиальной астмы (как у детского, так и у взрослого населения г. Самары).

Заключение. Разработаны профилактические мероприятия, направленные на снижение уровней воздействия приоритетных загрязнителей воздушной среды на здоровье детского и взрослого населения г. Самары. Реализация их возможна при непосредственном информировании органов исполнительной власти для принятия своевременных управленческих решений по улучшению качества среды обитания.

Ключевые слова: болезни органов дыхания; загрязнение атмосферного воздуха, бенз(а)пирен, формальдегид.

Конфликт интересов: не заявлен.

Для цитирования:

Березин И.И., Елисеев Ю.Ю., Сергеев А.К. **Определение причинно-следственных связей в системе «загрязнение атмосферного воздуха – заболеваемость населения».** Наука и инновации в медицине. 2020;5(4):230-234. doi: 10.35693/2500-1388-2020-5-4-230-234

Сведения об авторах

Березин И.И. — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой общей гигиены. ORCID: 0000-0001-7559-2862

Елисеев Ю.Ю. — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой общей гигиены и экологии. ORCID: 0000-0002-6507-476X

Сергеев А.К. — ассистент кафедры общей гигиены. ORCID: 0000-0001-6630-5585

Автор для переписки

Сергеев Артём Константинович

Адрес: Самарский государственный медицинский университет, ул. Чапаевская, 89, г. Самара, Россия, 443099.

E-mail: artemsergeev1@mail.ru

Тел.: +7 (987) 432 04 05.

Рукопись получена: 30.08.2020

Рецензия получена: 02.10.2020

Решение о публикации принято: 11.10.2020

Cause-and-effect relationships between air pollution and health conditions in population

Igor I. Berezin¹, Yuriy Yu. Eliseev², Artem K. Sergeev¹¹Samara State Medical University (Samara, Russia)²Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky (Saratov, Russia)

Abstract

Objectives — to reveal cause-and-effect relationships in the system "air pollution — morbidity of the population" in a large industrial city.

Material and methods. The dynamics of the pollutants concentration, such as formaldehyde and benzopyrene, through the period of 2015–2017 was analyzed in relation to the indicators of the morbidity of the respiratory system in the population of Samara. In particular, the study focused on the ratio of allergic rhinitis and asthma cases and the concentration of the formaldehyde and benzopyrene.

Results. The incidence of respiratory diseases and the general morbidity increased both among children (by 46.7%) and adults (by 11.4%). There was the causal correlation between the effect of benzopyrene on the development of allergic rhinitis and bronchial asthma in children ($r = 0.57$ and $r = 0.76$) and in adults ($r = 0.45$ and $r = 0.51$) in Samara. The significant differences between the level of the pollutants and the frequency of the respiratory system diseases were registered in children and adults in different areas of Samara.

Discussion. As a result of the increase of the maximum allowable concentration (MAC) of formaldehyde in atmospheric air, this pollutant has now ceased to be a priority. The revealed negative correlations point to the absence of an adverse effect of formaldehyde on the development of allergic rhinitis and bronchial asthma in both children and adults in Samara.

Conclusion. According to the results of the study, the preventive measures aimed at reducing the impact of main air pollutants on the health of children and adults in Samara were suggested. Their implementation is possible by the immediate informing of the executive authorities to ensure they can make timely management decisions to improve the quality of the environment.

Keywords: respiratory diseases, air pollution, benzopyrene, formaldehyde.

Conflict of interest: nothing to disclose.

Citation

Berezin II, Eliseev YuYu, Sergeev AK. **Cause-and-effect relationships between air pollution and health conditions in population.** *Science & Innovations in Medicine.* 2020;5(4):230-234. doi: 10.35693/2500-1388-2020-5-4-230-234

Information about authors

Igor I. Berezin – PhD, Professor, Head of the Department of Hygiene.

ORCID: 0000-0001-7559-2862

Yurii Yu. Eliseev – PhD, Professor, Head of the Department of Hygiene and Ecology. ORCID: 0000-0002-6507-476X

Artem K. Sergeev – assistant of the Department of Hygiene.

ORCID: 0000-0001-6630-5585

Corresponding Author

Artem K. Sergeev

Address: Samara State Medical University, 89 Chapaevskaya st., Samara, Russia, 443099.

E-mail: artemsergeev1@mail.ru

Phone: +7 (987) 432 04 05.

Received: 30.08.2020

Revision Received: 02.10.2020

Accepted: 11.10.2020

■ ВВЕДЕНИЕ

Охрана здоровья населения от неблагоприятного воздействия факторов окружающей среды и обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения относятся к числу приоритетных задач социально-экономического развития России. Современные условия жизни в крупных промышленных городах характеризуются высоким уровнем загрязнения окружающей среды выбросами поллютантов промышленными предприятиями и автотранспортом. Это вызывает ухудшение состояния объектов среды обитания и причиняет вред здоровью населения, формируя острые социальные и гигиенические проблемы, имеющие важное экономическое значение [1]. В настоящее время ведущая роль загрязнения воздушной среды как детерминанты риска здоровью населения является общепризнанной [2]. По данным государственного фонда социально-гигиенического мониторинга, в течение последних трех лет уровень загрязнения воздушной среды в некоторых регионах России в местах постоянного проживания значительного количества населения не соответствует санитарным требованиям. На территории городов в 11 субъектах Российской Федерации уровень загрязнения внешней воздушной среды значительно выше, чем в среднем по России [3]. По результатам исследований качества атмосферного воздуха российскими и зарубежными авторами была установлена закономерность между неудовлетворительным качеством среды обитания и увеличением летальности, а также патологий неинфекционной этиологии (острых и хронических заболеваний верхних дыхательных путей, сердечно-сосудистой системы, центральной нервной системы, органов кроветворения, метаболических расстройств, злокачественных новообразований) [4–8].

■ ЦЕЛЬ

Установление причинно-следственных связей в системе «загрязнение атмосферного воздуха — заболеваемость населения» в крупном промышленном городе (на примере Самары).

■ МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом исследования послужили данные по контролю загрязнения атмосферного воздуха на

стационарных постах в г. Самаре за период 2015–2017 гг., полученные из ФГБУ «Приволжское УГМС». Нами рассчитаны среднегодовые концентрации вредных примесей с ранжированием их в порядке превышения значений ПДКс.с. для последующего определения приоритетности, исходя из дополнительных критериев: класса опасности, величины стандартного индекса, вклада в общий уровень индекса загрязнения атмосферы.

Заболеваемость населения г. Самары оценивали по данным статистической отчетности по форме 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в районе обслуживания медицинской организации», предоставленной Самарским областным медицинским информационно-аналитическим центром (МИАЦ).

Статистическую обработку данных осуществляли с применением программ Microsoft Excel 2007 и Statistica 10 Enterprise 10.0.1011.6.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

В г. Самаре в последнее время происходит сокращение количества стационарных постов по контролю загрязнения атмосферы: до 2015 года их было 15 (по 1–2 поста в каждом из девяти внутригородских районов), в 2015 году произошло закрытие постов № 8 и 13, в 2016 году — постов № 9 и 15. Связано это главным образом с оптимизацией сети Приволжского УГМС — структурно-функционального подразделения Росгидромета в Приволжском федеральном округе, выполняющего мониторинг качества атмосферного воздуха в городах ПФО. Другой причиной является улучшение состояния атмосферного воздуха, несмотря на рост промышленного производства и количества автотранспорта.

В течение 2015–2017 гг. отмечались незначительные превышения концентраций диоксида азота, формальдегида и бенз(а)пирена в пределах 1,1–1,5 ПДКс.с. Тенденция к улучшению индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) положительная: отмечается стабильное снижение показателя на протяжении изучаемого периода в среднем на 17,6%. Достоверные различия в концентрациях приоритетных примесей (бенз(а)пирена и формальдегида) выявлены по трем внутригородским районам (Промышленному, Кировскому и Железнодорожному) при уровне статистической значимости $p < 0,01$.

Внутригородской район	Бенз(а)пирен		Формальдегид		Уровень статистической значимости
	t-критерий Стьюдента	U-критерий Манна – Уитни	t-критерий Стьюдента	U-критерий Манна – Уитни	
Промышленный	12,8746	8,2367	9,4589	7,6532	$p < 0,01$
Кировский	17,9732	12,2315	11,5479	9,9742	$p < 0,01$
Железнодорожный	15,4842	10,6532	13,7648	11,8563	$p < 0,01$

Таблица 1. Достоверность различий по концентрациям вредных веществ во внутригородских районах г. Самары по сравнению со среднегородскими за период 2015–2017 гг.

Table 1. The significant differences between the levels of the pollutants concentrations in several districts of Samara compared to the average city level for the period 2015–2017

Внутригородской район	Детское население		Взрослое население		Уровень статистической значимости
	t-критерий Стьюдента	U-критерий Манна – Уитни	t-критерий Стьюдента	U-критерий Манна – Уитни	
Промышленный	13,8754	11,7632	6,8702	5,7832	$p < 0,01$
Кировский	9,9876	7,1276	8,4712	7,8218	$p < 0,01$
Железнодорожный	10,8764	9,1398	14,9826	10,5821	$p < 0,01$

Таблица 2. Достоверность различий частоты аллергического ринита во внутригородских районах г. Самары по сравнению со среднегородскими за период 2015–2017 гг.

Table 2. The significant differences between the occurrence of allergic rhinitis in several districts of Samara compared to the average city level for the period 2015–2017

Внутригородской район	Детское население		Взрослое население		Уровень статистической значимости
	t-критерий Стьюдента	U-критерий Манна – Уитни	t-критерий Стьюдента	U-критерий Манна – Уитни	
Промышленный	8,9265	8,0436	12,6893	11,5789	$p < 0,01$
Кировский	11,3269	9,1723	14,6574	12,6582	$p < 0,01$
Железнодорожный	8,1258	7,9865	10,7823	8,6782	$p < 0,01$

Таблица 3. Достоверность различий по бронхиальной астме во внутригородских районах г. Самары по сравнению со среднегородскими за период 2015–2017 гг.

Table 3. The significant differences between the occurrences of bronchial asthma in several districts of Samara compared to the average city level for the period 2015–2017

Как видно из **таблицы 1**, концентрации бенз(а)пирена отличаются от среднегородских в Кировском районе, формальдегида – в Железнодорожном. Связано это прежде всего со средней повторяемостью ветра («розы ветров») в восточном и юго-западном направлениях, с которой установлена сильная корреляционная связь – 0,68 и 0,74 соответственно.

Заболеваемость детского и взрослого населения г. Самары достоверно различается по болезням органов дыхательной системы (**таблицы 2, 3**). За изучаемый период зарегистрировано 34 656 случаев бронхиальной

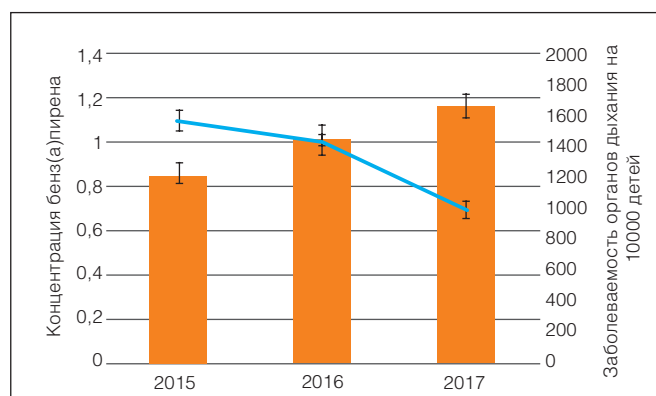


Рисунок 1. Причинно-следственная связь между концентрацией бенз(а)пирена и заболеваемостью органов дыхания детского населения г. Самары.

Figure 1. The correlation between the concentration of benzopyrene and respiratory diseases in the child population of Samara.

населения от присутствия бенз(а)пирена в атмосферном воздухе. При этом отрицательные корреляционные связи по формальдегиду являются подтверждением того, что это вредное вещество не приводит к развитию аллергического ринита и бронхиальной астмы среди населения г. Самары.

■ ОБСУЖДЕНИЕ

По данным исследований многих авторов [2, 5, 7, 9, 10], проблема загрязнения атмосферного воздуха среди всех объектов среды обитания в России имеет

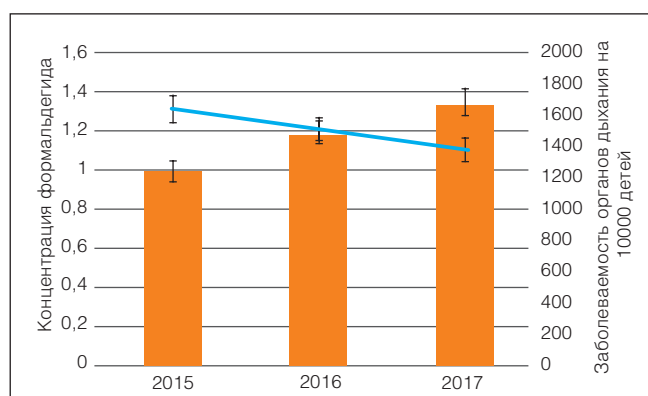


Рисунок 2. Причинно-следственная связь между концентрацией формальдегида и заболеваемостью органов дыхания детского населения г. Самары.

Figure 2. The correlation between the concentration of formaldehyde and respiratory diseases in the child population of Samara.

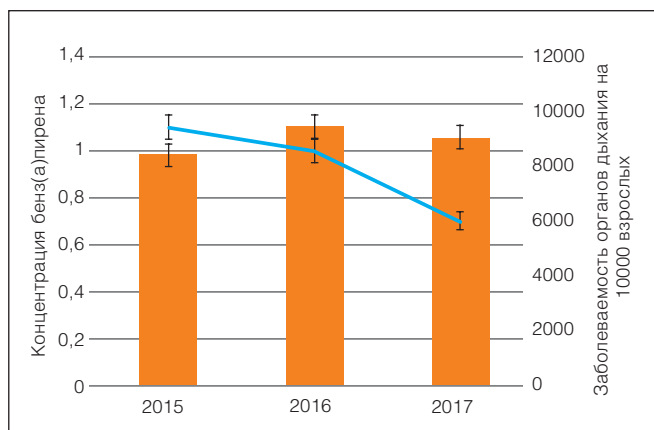


Рисунок 3. Причинно-следственная связь между концентрацией бенз(а)пирена и заболеваемостью органов дыхания взрослого населения г. Самары.

Figure 3. The correlation between the concentration of benzopyrene and respiratory diseases in the adult population of Samara.

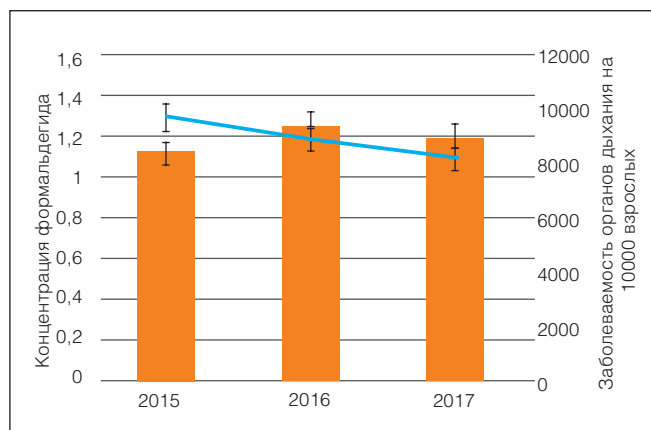


Рисунок 4. Причинно-следственная связь между концентрацией формальдегида и заболеваемостью органов дыхания взрослого населения г. Самары.

Figure 4. The correlation between the concentration of formaldehyde and respiratory diseases in the adult population of Samara.

Вредное химическое вещество	Заболеваемость детского населения		Заболеваемость взрослого населения	
	Аллергический ринит	Бронхиальная астма	Аллергический ринит	Бронхиальная астма
Бенз(а)пирен	0,57	0,76	0,45	0,51
Формальдегид	-0,86	-0,47	-0,65	-0,84

Таблица 4. Корреляционные связи между концентрациями вредных химических веществ и заболеваемостью органов дыхания детского и взрослого населения г. Самары за период 2015–2017 гг.

Table 4. The correlations between the concentration of pollutants and occurrence of respiratory diseases in the child and adult population of Samara in 2015–2017

приоритетное значение. Уровни наиболее высокого загрязнения атмосферного воздуха, согласно официальным статистическим данным за 2017 год, были зафиксированы в городах регионов Сибирского федерального округа.

Так, в Республике Хакасия, Красноярском крае, Забайкальском крае, Иркутской области и Республике Бурятия наблюдались высокие показатели загрязненности воздушной среды (более 5 ПДКс.с.) [3]. Основными причинами высокого загрязнения атмосферного воздуха стали выхлопы автотранспорта, а также металлургические, горно- и нефтедобывающие предприятия и предприятия тепловой энергетики, выбрасывающие в окружающую среду приоритетные загрязнители: пыль, бенз(а)пирен, формальдегид, азота диоксид, углерода оксид, серы диоксид.

Данные вещества по классификации ВОЗ относятся к наиболее распространенным и опасным загрязнителям окружающей среды, присутствие которых в атмосфере может приводить к развитию негативных эффектов со стороны наиболее чувствительных (восприимчивых) систем и органов. По результатам исследований, проводимых российскими и зарубежными авторами, получены аналогичные выводы по влиянию вредных химических веществ (в данном случае формальдегида и бенз(а)пирена) на возникновение заболеваний органов дыхательной системы [4, 11, 12].

В некоторых регионах РФ (г. Кемерово) проводился анализ уровня содержания бенз(а)пирена в

атмосферном воздухе и онкологической заболеваемости населения города [13]. Источником поступления в атмосферный воздух канцерогенных веществ являлись предприятия угольной промышленности, а также теплоэнергетики. В данной работе показаны связи между развитием рака легкого и уровнем антропогенной нагрузки

на окружающую среду [13]. Авторы прогнозируют рост заболеваемости населения раком легкого при нарастающем техногенном загрязнении воздушной среды.

Аналогичные результаты по определению причинно-следственных связей между загрязнением атмосферного воздуха и органами дыхательной системы, полученные различными авторами и нами, подтверждают необходимость разработки мероприятий по уменьшению антропогенной нагрузки на атмосферу крупных городов РФ.

■ ВЫВОДЫ

1. Установлена причинно-следственная связь влияния бенз(а)пирена на развитие аллергического ринита и бронхиальной астмы как у детского, так и у взрослого населения г. Самары.

2. Выявлены достоверные различия как по загрязняющим веществам, так и по частоте заболеваний дыхательной системы детского и взрослого населения в различных районах г. Самары.

3. Полученные отрицательные корреляционные связи являются подтверждением факта отсутствия неблагоприятного воздействия формальдегида на развитие аллергического ринита и бронхиальной астмы как у детского, так и у взрослого населения г. Самары. ■

Конфликт интересов: все авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Onishchenko GG. Actual problems of hygienic science and practice in preserving the health of the population. *Hygiene and sanitation*. 2015;94(3):5–9. (In Russ.). [Онищенко Г.Г. Актуальные задачи гигиенической науки и практики в сохранении здоровья населения. *Гигиена и санитария*. 2015;94(3):5–9].
2. Pichuzhkina NM, Chubirko MI, Masaylova LA. Atmospheric air pollution – a risk factor for children's health. *Sanitary doctor*. 2014;11:18–20. (In Russ.). [Пичужкина Н.М., Чубирко М.И., Масайлова Л.А. Загрязнение атмосферного воздуха – фактор риска здоровью детского населения. *Санитарный врач*. 2014;11:18–20].
3. On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2017: State report, Moscow: Federal service for supervision of consumer rights protection and human welfare, 2018. (In Russ.). [О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018].
4. Dementiev AA, Lyarkalo AA, Tsurgan AM. Dynamics of morbidity of the child population living in city districts with different atmospheric air quality. *Fundamental study*. 2014;7(3):473–7. (In Russ.). [Дементьев А.А., Ляпкало А.А., Цурган А.М. Динамика заболеваемости детского населения, проживающего в районах города с различным качеством атмосферного воздуха. *Фундаментальные исследования*. 2014;7(3):473–7].
5. Kenesariy UI, Dosmukhametov AT, Amrin MK, et al. Health status of the population depending on the level of atmospheric air pollution (on the example of Almaty). *Family health – 21st century*. 2014;4(4):79–92. (In Russ.). [Кенесариев У.И., Досмухаметов А.Т., Амрин М.К. и др. Состояние здоровья населения в зависимости от уровня загрязнения атмосферного воздуха (на примере г. Алматы). *Здоровье семьи – 21 век*. 2014;4(4):79–92].
6. Klepikov OV, Kurolap SA, Ilyina IS. Investigation of the relationship between the level of atmospheric air pollution and morbidity of the population. Voronezh State University. In: *Environmental assessment and mapping of the urban environment*. 2014;95–106. (In Russ.). [Клепиков О.В., Куролуп С.А., Ильина И.С. Исследование взаимосвязи уровня загрязнения атмосферного воздуха и заболеваемости населения. Воронежский государственный университет. В сборнике: *Экологическая оценка и картографирование состояния городской среды*. 2014;95–106].
7. Novikova SA. Influence of atmospheric air pollution on the health of the population of the Baikal region. *National priorities of Russia*. 2018;3(30):65–71. (In Russ.). [Новикова С.А. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения байкальского региона. *Национальные приоритеты России*. 2018;3(30):65–71].
8. Trifonova TA, Martsev AA. Assessment of the influence of air pollution on the morbidity of the population of the Vladimir region. *Hygiene and sanitation*. 2015;94(4):14–8. (In Russ.). [Трифонова Т.А., Марцев А.А. Оценка влияния загрязнения атмосферного воздуха на заболеваемость населения Владимирской области. *Гигиена и санитария*. 2015;94(4):14–8].
9. Kukkoiev SP, Nikishina TF, Nikolaevich PN. On the impact of atmospheric air pollution in the city of Krasnodar on public health. *Population health and habitat*. 2017;7(292):22–5. (In Russ.). [Куккоиев С.П., Никишина Т.Ф., Николаевич П.Н. О влиянии загрязнения атмосферного воздуха в городе Краснодаре на здоровье населения. *Здоровье населения и среда обитания*. 2017;7(292):22–5].
10. Lim TE, Nedre AYU, Nedre YuA. Analysis of the incidence of respiratory diseases in the adult population of St. Petersburg depending on the quality of atmospheric air. *Population health and habitat*. 2014;1(250):26–7. (In Russ.). [Лим Т.Е., Недре А.Ю., Недре Ю.А. Анализ заболеваемости болезнями органов дыхания взрослого населения Санкт-Петербурга в зависимости от качества атмосферного воздуха. *Здоровье населения и среда обитания*. 2014;1(250):26–7].
11. Dutt EV. Assessment of the degree of air pollution in urban areas (on the example of the city of Biysk in the Altai territory) with Benz(a)pyrene, formaldehyde and nitrogen dioxide. *Bulletin of the Tomsk State Pedagogical University*. 2012;7(122):160–6. (In Russ.). [Дутт Е.В. Оценка степени загрязненности воздуха урбанизированных территорий (на примере города Бийска Алтайского края) бенз(а)пиреном, формальдегидом и диоксидом азота. *Вестник Томского государственного педагогического университета*. 2012;7(122):160–6].
12. Zaitseva NV, May IV, Klein SV. On the issue of establishing and proving harm to public health when identifying an unacceptable risk caused by environmental factors. *Health risk analysis*. 2013;2:14–26. (In Russ.). [Зайцева Н.В., Май И.В., Клейн С.В. К вопросу установления и доказательства вреда здоровью населения при выявлении неприемлемого риска, обусловленного факторами среды обитания. *Анализ риска здоровью*. 2013;2:14–26].
13. Mun SA. Technogenic air and water pollution and the incidence of lung cancer and stomach cancer in the Kemerovo region in 1990–2010. *News of the Samara scientific center of the Russian Academy of Sciences*. 2012;5(2):486–9. (In Russ.). [Мун С.А. Техногенное загрязнение воздуха и воды и заболеваемость раком легкого и раком желудка населения Кемеровской области в 1990–2010. *Известия Самарского научного центра РАН*. 2012;5(2):486–9].