

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ТЕРРИТОРИЙ КРУПНЫХ ГОРОДОВ

¹ ФГБУ «НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина» Минздрава России, 119992, Москва;

² ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, 195067, Санкт-Петербург

Анализ загрязнения воздушной среды в крупных городах с интенсивным движением автомобильного транспорта позволил установить наличие в атмосферном воздухе соединений тяжелых металлов и полициклических ароматических углеводородов. Исследованиями установлена количественная характеристика связей в системе «загрязнение воздушной среды дорожно-автомобильным комплексом (ДАК) – заболеваемость детского населения». Установлено, что продукты эксплуатационного износа ДАК и отработавшие газы определяют от 58 до 81% заболеваний детей, проживающих в зоне влияния ДАК с интенсивным транспортным потоком (более 3000 автомобилей/час). От 16 до 23% заболеваний провоцируется продуктами эксплуатационного износа ДАК, в том числе от 8 до 12% соединениями тяжелых металлов. Оценка загрязнения атмосферного воздуха крупных городов отработавшими газами и продуктами эксплуатационного износа ДАК в настоящее время является недостаточной. Сведения о них должны быть учтены при организации социально-гигиенического мониторинга, медицинского обслуживания населения и оценке риска здоровью. Обоснована необходимость совершенствования системы социально-гигиенического мониторинга на территориях крупных городов путем организации дополнительного контроля загрязнения воздушной среды соединениями металлов и полициклическими ароматическими углеводородами.

Ключевые слова: социально-гигиенический мониторинг; автомобильный транспорт; заболеваемость; причинно-следственные связи; количественная характеристика.

Для цитирования: Рахманин Ю.А., Леванчук А.В., Копытенкова О.И. Совершенствование системы социально-гигиенического мониторинга территорий крупных городов. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(4): 298-301. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-4-298-301>

Rakhmanin Yu.A.¹, Levanchuk A.V.², Kopytenkova O.I.²

IMPROVEMENT OF THE SYSTEM OF SOCIAL AND HYGIENIC MONITORING OF TERRITORIES OF LARGE CITIES

¹A.N. Sytin Research Institute of Human Ecology and Environmental Health, Moscow, 119992, Russian Federation;

²I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, Saint-Petersburg, 191015, Russian Federation

Analysis of the air pollution in large cities with heavy traffic allowed to establish a presence of heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in the air. By investigations there were established quantitative characteristics of the relations in the system "air pollution road by transport emissions - the morbidity rate in the children population". Products of the deterioration of the road system and the exhaust gases were established to determine from 58 to 81% of diseases in children living in the zone of the exposure to roads with heavy traffic (more than 3,000 of cars/hour). From 16 to 23% of the diseases are caused by products of the deterioration of the road network, including 8 to 12% of heavy metal compounds. The assessment of air pollution in large cities by exhaust gases and products of wear and tear of the road transport sector is currently insufficient. Information should be taken into account in the organization of social-hygienic monitoring, medical care and assessment of health risk. There is the necessity of perfection of the system of socially-hygienic monitoring on the territories of cities through the organization of control of air pollution by metal compounds and polycyclic aromatic hydrocarbons.

Key words: social-hygienic monitoring; road transport; morbidity; quantitative characteristics; statistical analysis.

For citation: Rakhmanin Yu.A., Levanchuk A.V., Kopytenkova O.I. Improvement of the system of social and hygienic monitoring of territories of large cities. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(4): 298-301. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-4-298-301>

For correspondence: Aleksandr V. Levanchuk, MD, PhD, associate professor of the I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, Saint-Petersburg, 191015, Russian Federation. E-mail: 5726164@mail.ru

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: 26.09.2016

Accepted: 16.01.2017

Введение

Интенсивная автомобилизация населения в настоящее время способствует появлению новых проблем, которые требуют решения при организации социально-гигиенического мониторинга (СГМ) в крупных городах. Исследования показали, что

Для корреспонденции: Леванчук Александр Владимирович, кандидат медицинских наук, доцент ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова Минздрава России, 195067, Санкт-Петербург. E-mail: 5726164@mail.ru

реальная нагрузка от автомобильного транспорта в настоящее время превысила градостроительные расчеты, выполненные в середине XX века [1].

Существующая система СГМ на территориях мегаполисов с развитым дорожно-автомобильным комплексом (ДАК) ограничена перечнем показателей и значительно отличается от системы контроля качества атмосферного воздуха за рубежом. Применяемые в настоящее время нормативно-правовые акты, регламентирующие инвентаризацию выбросов от автомобильного транспорта, не содержат информацию о количестве соединений металлов и полициклических ароматических углево-

дорогов (ПАУ), поступающих в окружающую среду в процессе эксплуатации автомобильного транспорта [2–4].

Исследования, проведенные на территории Санкт-Петербурга с учетом требований «Руководства по инвентаризации выбросов ЕМЕП/ЕАОС 2013», рекомендованного к применению в странах Европейского союза, позволили выявить на территории России недоучет соединений металлов, ПАУ и мелкодисперсных пылевых частиц, входящих в состав выхлопных газов автомобилей. Кроме того, установлено, что учет загрязнителей, входящих в состав продуктов эксплуатационного износа дорожного полотна, тормозной системы автомобилей и протекторов шин, вообще не осуществляется.

Нами для нужд СГМ и учета качественного состава и количества загрязнителей, поступающих в окружающую среду при эксплуатации дорожного комплекса и автомобилей, в условиях крупных городов адаптирован метод инвентаризации выбросов автомобильного транспорта при сжигании топлива. Дополнительно разработаны методы расчета количества загрязнителей, поступающих в окружающую среду в процессе истирания дорожного полотна, тормозной системы и шин автомобилей с учетом климатических особенностей и качества строительных материалов, применяемых в России для строительства дорог.

Результаты расчетов показали, что сжигание топлива при эксплуатации автомобильного транспорта на территории Санкт-Петербурга приводит к выделению в атмосферный воздух 49,656 т высокотоксичных по показателю канцерогенности ПАУ. Кроме того, расчетами установлено, что в атмосферный воздух Санкт-Петербурга в составе отработавших газов ежегодно поступает 11 тыс. т соединений тяжелых металлов, в основном соединения цинка, свинца, меди и хрома.

В качестве источников информации о составе продуктов истирания ДАК использованы сведения о содержании соединений металлов и ПАУ в составе шинного материала, тормозной системы, асфальтобетонного покрытия. Для расчета мелкодисперсной фракции твердых пылевых частиц (TSP и PM), поступающей в атмосферный воздух, применены методы, используемые в Швеции.

Проведенные исследования позволили установить, что количество загрязнителей, поступающих в атмосферный воздух при эксплуатационном износе только дорожного покрытия в 2015 г. на территории Санкт-Петербурга, составил 9,8 тыс. т/год. Из всех частиц 90% – алюмосиликаты, 3% – ПАУ.

При эксплуатационном износе тормозной системы в атмосферный воздух Санкт-Петербурга ежегодно поступает 2,2 тыс. т загрязнителей, а от эксплуатационного износа протекторов шин 14,98 тыс. т загрязняющих веществ.

По данным официальной статистики, в 2015 г. от автомобильного транспорта в атмосферный воздух Санкт-Петербурга поступило 446,7 тыс. т загрязнителей, в том числе 0,8 тыс. т твердых пылевых частиц. Вместе с тем расчеты показали, что эксплуатация ДАК на территории Санкт-Петербурга (сжигание топлива и эксплуатационный износ компонентов) дополнительно сопровождается выделением в окружающую среду 38 тыс. т в год твердых пылевых частиц, 30 тыс. т из которых представлены мелкодисперсными пылевыми частицами, в том числе 21 тыс. т веществ, относящихся к I и II классам опасности.

Многочисленными исследованиями, проведенными в России и за рубежом [5–9], установлены связи и зависимости между состоянием здоровья и отдельными загрязнителями окружающей среды.

Недоучет загрязнения воздушной среды не позволяет более полно оценивать влияние ДАК крупных городских агломераций на состояние здоровья населения (особенно детского).

Цель исследования – научное обоснование направлений совершенствования системы социально-гигиенического мониторинга территорий крупных городов на основе изучения влияния загрязнений воздушной среды в районах с различной интенсивностью движения автомобильного транспорта на заболеваемость населения.

Материал и методы

Исследования проведены на территории мегаполиса Санкт-Петербурга на участках вдоль автомобильных дорог с различной интенсивностью движения автомобильного транспорта (менее 500, 1500–2000, 2500–3000 автомобилей/ч).

Для характеристики загрязнителей, поступающих в воздушную среду города от автомобильного транспорта, использованы данные Росприроднадзора. Для определения количества выбросов загрязнителей, входящих в состав отработавших газов, поступающих в атмосферный воздух при сгорании топлива, использовано «Руководство по инвентаризации выбросов ЕМЕП/ЕАОС 2013». Проведены натурные исследования проб атмосферного воздуха вдоль выбранных автомобильных дорог в местах расположения детских дошкольных учреждений и жилых домов. Отбор проб осуществляли на протяжении 12–14 ч 3-кратно в каждый сезон года. Оценку и анализ результатов исследования осуществляли в соответствии с действующей нормативной документацией.

Анализ проб воздуха на содержание металлов проводили атомно-адсорбционным методом, на содержание ПАУ – газовым хромато-масс-спектрометрическим методом.

Дополнительно проведено моделирование процессов рассеивания от линейного источника загрязнения атмосферного воздуха – ДАК. Расчетные концентрации веществ определены с помощью программного комплекса «ZONAE» [10].

Оценку уровня заболеваемости проводили на наиболее чувствительной и информативной группе населения – детях, посещавших дошкольные учреждения и проживавших на территориях в непосредственной близости к крупным автомагистралям с различной интенсивностью движения транспортных средств и как следствие с отличающимся уровнем загрязнения атмосферного воздуха. С помощью целенаправленного подбора выделены группы детей в возрасте 5–6 лет, проживавших в отдельных квартирах, в полных семьях с одинаковым материальным достатком на одного члена семьи общей численностью 1051 человек.

Заболеваемость изучали выборочным методом путем копирования сведений из карт полицевого учета обращаемости за медицинской помощью, а также на основе данных анкетного опроса. Разработку полученных материалов проводили в соответствии с МКБ X пересмотра.

Для количественной характеристики причинно-следственных связей и доли влияния загрязнителей среды обитания на заболеваемость детей использовали математический аппарат прикладной статистической программы STADIA. В анализ в качестве воздействующих факторов включены средние концентрации контролируемых загрязнителей атмосферного воздуха. В качестве результативного признака использовали случаи обращения за медицинской помощью по поводу заболеваний.

Результаты и обсуждение

Анализ данных литературы и результатов собственных исследований позволил установить следующее.

Индикатором загрязнения воздушной среды автотранспортом считаются оксид углерода (II), оксиды азота, диоксид серы IV, толуол, формальдегид, контролируемые надзорными органами.

При эксплуатационном износе автомобильного транспорта – истирании тормозных колодок в атмосферный воздух поступают медь, ванадий, цинк, молибден, никель и хром, а при истирании протекторов шин – кадмий, свинец, молибден и цинк, а также ПАУ [3, 4, 11]. Часть перечисленных веществ обладает канцерогенными и мутагенными свойствами. Обращает на себя внимание тот факт, что соединения металлов в комплексе с ПАУ поступают в атмосферный воздух в состоянии мелкодисперсной пыли $PM_{2,5}$. Это способствует глубокому проникновению вышеуказанных веществ в организм. Проведенные нами расчеты рассеивания показали, что загрязняющие вещества весьма плотно концентрируются вдоль автомагистралей на расстоянии до 120 м от кромки дороги.

В пробах атмосферного воздуха выявлены соединения тяжелых металлов и широкий спектр углеводородов. Результаты исследования представлены в табл. 1.

Исследования показали, что уже при интенсивности движения транспорта более 1500 автомобилей/ч средние концентрации железа, свинца, никеля, хрома, кобальта, цинка превышают гигиенические нормативы.

Хромато-масс-спектрометрическим методом в пробах атмосферного воздуха идентифицировано 89 химических веществ, в том числе формальдегид, толуол, ксилол, бензол, этилбензол,

Таблица 1

Кратность превышения ПДКсс (в мг/м³) соединений металлов в пробах атмосферного воздуха на территории в районе автомобильных дорог с различной интенсивностью движения транспортных потоков

| Химический элемент | Кратность превышения ПДКсс (С/ПДКсс) при интенсивности движения транспорта, автомобилей/ч | | | | |
|--------------------|---|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|
| | ≤ 500 (n = 63) | 1500–2000 (n = 96) | <i>P</i> ₁ | 2500–3000 (n = 63) | <i>P</i> ₂ |
| Медь | 0,16 ± 0,04 | 0,75 ± 0,02 | < 0,001 | 0,92 ± 0,05 | < 0,001 |
| Свинец | 0,47 ± 0,01 | 1,29 ± 0,24 | < 0,001 | 1,84 ± 0,27 | < 0,001 |
| Кадмий | < | < | | 0,02 ± 0,003 | |
| Никель | 0,01 ± 0,002 | 1,02 ± 0,14 | < 0,001 | 1,6 ± 0,31 | < 0,001 |
| Хром | 0,18 ± 0,03 | 1,10 ± 0,09 | < 0,001 | 1,14 ± 0,095 | < 0,001 |
| Кобальт | 0,24 ± 0,05 | 1,50 ± 0,34 | < 0,001 | 1,83 ± 0,39 | < 0,001 |
| Цинк | 0,94 ± 0,11 | 3,6 ± 0,86 | 0,0025 | 4,65 ± 0,94 | < 0,001 |
| Железо | 0,52 ± 0,06 | 3,5 ± 0,47 | < 0,001 | 4,26 ± 0,52 | < 0,001 |

Примечание. < – ниже порога чувствительности метода определения; *p*₁ – значимость различий при сравнении показателей при интенсивности движения ≤ 500 и 1500–2000 автомобилей/ч; *p*₂ – ≤ 500 и 2500–3000 автомобилей/ч.

ундекан, трихлорметан, ацетальдегид, дихлорметан и додекан в концентрациях на подпороговых уровнях.

Следует подчеркнуть, что подпороговое и пороговое воздействие загрязнителей чаще проявляется изменениями в иммунной системе, что сопровождается снижением резистентности и как следствие повышенной заболеваемостью различными нозологическими формами болезней [7–9].

Для биологического действия большого числа антропогенных химических веществ характерно развитие неспецифических изменений в метаболических системах, иммунной системе и других системах, выполняющих защитные функции. Для комплексов химических загрязнителей характерно воздействие на

кровь и кроветворные органы, эндокринную систему и канцерогенное действие [8, 9].

Установлено, что дети, подвергающиеся воздействию комплекса загрязнителей атмосферного воздуха в районах с интенсивным движением автотранспорта (более 2500 автомобилей/ч в дневное время), имеют статистически значимо более высокий уровень заболеваемости по обращаемости, наиболее выраженный по классам болезней органов дыхания, кожи и подкожной клетчатки, органов мочевыводящей и эндокринной систем, крови и кроветворных органов, глаза и его придаточного аппарата, уха и сосцевидного отростка, а также новообразований.

Для определения количественной характеристики причинно-следственных связей в системе загрязнение воздушной среды ДАК – заболеваемость детского населения в многофакторный анализ в качестве факториальных признаков включены среднесуточные концентрации загрязнителей атмосферного воздуха в районе проживания и посещения детского дошкольного учреждения (твердые пылевые частицы TSP, мелкодисперсная пыль РМ₁₀, оксид углерода II, оксиды азота, диоксид серы IV, толуол, формальдегид, ПАУ (групповой показатель), никель, медь, цинк, кадмий, железо, свинец, хром, кобальт).

В качестве результирующего признака использовали случаи заболевания органов дыхания, мочеполовой системы, кожи и подкожной клетчатки, заболевания крови и кроветворных органов, эндокринной системы, новообразования. Для анализа составлена матрица, в которой указаны случаи заболеваний (по обращаемости) 1051 ребенка и среднесуточные концентрации загрязнителей, определенные натурными и расчетными методами исследования. Результаты факторного анализа приведены в табл. 2.

Расчеты позволили установить долю влияния загрязнителей атмосферного воздуха на показатели заболеваемости детей. Коэффициент детерминации используемых в качестве «ответа» нозологических форм достаточно высок. Для показателя заболеваемости по графе «Всего» коэффициент детерминации 0,58, для заболеваний кожи и подкожной клетчатки 0,72, органов мочеполовой системы 0,67, показателей заболеваний дыхательной системы 0,62, заболеваний крови и кроветворных органов 0,79, новообразований 0,60, заболеваний эндокринной системы 0,81. Неблагоприятное действие на уровень заболеваемости у детей

Таблица 2

Доля влияния (в %) загрязнителей атмосферного воздуха, входящих в состав продуктов эксплуатации (отработавшие газы и продукты истирания) ДАК на показатели заболеваемости детей 5–6 лет

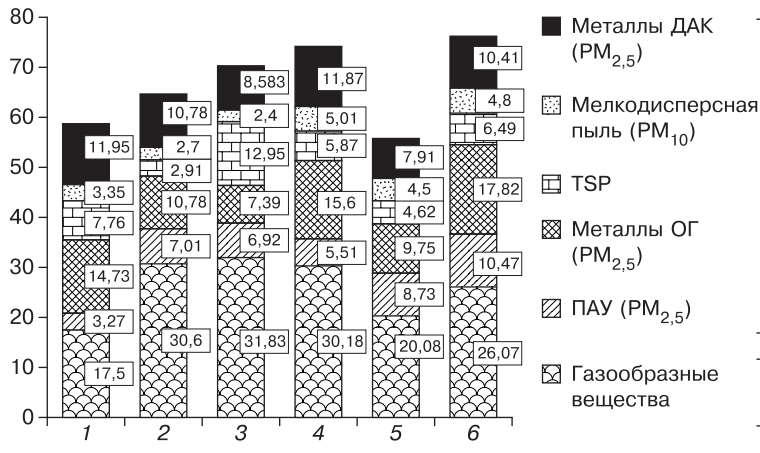
| Фактор | Всего | Нозологические группы заболеваний | | | | | |
|---------------------------------------|--------------|-----------------------------------|---------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------|---------------------|
| | | органов дыхания | мочеполовой системы | кожи и подкожной клетчатки | крови и кроветворных органов | новообразования | эндокринной системы |
| TSP | 6,25 | 7,76 | 2,91 | 12,95 | 5,87 | 4,62 | 6,49 |
| Мелкодисперсная пыль РМ ₁₀ | 6,22 | 7,03 | 5,41 | 4,79 | 10,20 | 8,98 | 9,60 |
| Оксид углерода II | 0,82 | 0,81 | 1,23 | 1,96 | 0,98 | 1,10 | 2,42 |
| Оксиды азота | 5,69 | 5,05 | 16,31 | 0,69 | 8,65 | 5,78 | 5,44 |
| Диоксид серы IV | 3,75 | 4,40 | 0,37 | 3,47 | 2,63 | 1,48 | 2,49 |
| Толуол | 1,62 | 1,25 | 0,38 | 3,13 | 4,12 | 2,61 | 2,01 |
| Формальдегид | 6,49 | 5,99 | 12,31 | 22,58 | 13,80 | 9,11 | 13,71 |
| ПАУ (РМ _{2,5}) | 6,65 | 3,27 | 7,01 | 6,92 | 5,51 | 8,73 | 10,47 |
| Металлы (РМ_{2,5}) | 20,96 | 26,68 | 20,95 | 15,98 | 27,47 | 17,66 | 28,23 |
| В том числе: | | | | | | | |
| Никель | 1,63 | 5,36 | 2,82 | 1,71 | 3,84 | 3,62 | 4,47 |
| Медь | 2,21 | 1,83 | 1,68 | 2,23 | 2,11 | 2,24 | 2,36 |
| Цинк | 4,30 | 5,07 | 2,39 | 2,59 | 5,34 | 1,09 | 4,35 |
| Кадмий | 0,94 | 0,86 | 1,62 | 1,37 | 3,78 | 4,21 | 4,85 |
| Железо | 1,92 | 1,85 | 1,76 | 1,97 | 1,72 | 0,79 | 1,56 |
| Свинец | 3,67 | 4,24 | 3,83 | 2,64 | 4,19 | 2,68 | 3,27 |
| Хром | 2,36 | 3,06 | 2,88 | 0,79 | 1,94 | 0,42 | 3,54 |
| Кобальт | 3,93 | 4,41 | 3,97 | 2,68 | 4,55 | 2,61 | 3,83 |

оказывают соединения металлов и углеводороды, входящие в состав отработавших газов и веществ, выделяющихся в атмосферный воздух при эксплуатации ДАК.

Таким образом, многофакторный анализ заболеваемости детей в возрасте 5–6 лет, проживающих в зоне загрязнения воздушной среды ДАК с различной интенсивностью движения автомобильного транспорта, позволил дать количественную характеристику причинно-следственной связи между интенсивностью эксплуатации ДАК и уровнем заболеваемости.

Установлено, что продукты эксплуатационного износа ДАК и отработавшие газы определяют от 58 до 81% заболеваний детей, проживающих в зоне влияния ДАК с интенсивным транспортным потоком. От 16 до 23% заболеваний провоцируется продуктами эксплуатационного износа ДАК, в том числе от 8 до 12% соединениями тяжелых металлов.

На рисунке представлены сведения, характеризующие долю влияния ранее учитывавшихся (отработавших газов автомобилей – ОГ) и не учитывавшихся в настоящее время загрязнителей атмосферного воздуха (соединений металлов, ПАУ и твердых пылевых частиц, входящих в состав ОГ и продуктов эксплуатационного износа ДАК). К ранее учитывавшимся загрязнителям отнесены



Учитывались
Не учитывались ранее

Доля влияния изучаемых факторов на заболеваемость детей 5–6 лет (в %).

твердые пылевые частицы ОГ, оксид углерода II, оксиды азота, диоксид серы IV, толуол, формальдегид. К неучитывавшимся загрязнителям отнесены: мелкодисперсная пыль PM₁₀, TSP, ПАУ (групповой показатель), соединения металлов, входящие в состав ОГ и продуктов эксплуатации ДАК.

Заключение

Оценка загрязнения атмосферного воздуха крупных городов отработавшими газами и продуктами эксплуатационного износа ДАК в настоящее время является недостаточной. Сведения о наличии в атмосферном воздухе мегаполисов соединений тяжелых металлов и ПАУ должны быть учтены при организации СГМ, медицинского обслуживания населения и оценки риска здоровью.

Учитывая большую распространенность выявленных неблагоприятных изменений здоровья детей, проживающих в зоне влияния ДАК, низкую информированность надзорных органов о степени опасности для здоровья населения не учитываемых в настоящее время загрязнителей (продуктов эксплуатационного износа и отработавших газов автомобилей), для совершенствования системы СГМ на территориях крупных городов целесообразно организовать дополнительный контроль загрязнения воздушной среды соединениями металлов и ПАУ.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.
Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература (п. п. 8–9 см. References)

1. Рахманин А.Ю., Хрипач Л.В., Железняк Е.В., Зыкова И.Е., Новиков С.М., Волкова И.Ф. и др. Влияние загрязнения атмосферного воздуха химическими соединениями на медико-биологические показатели состояния здоровья жителей Москвы. *Биозащита и биобезопасность*. 2011; 3(3): 26–35.
2. Копытенкова О.И., Леванчук А.В., Мингулова И.Р. Гигиеническая характеристика химического загрязнения окружающей среды в процессе эксплуатации транспортно-дорожного комплекса. *Профилактическая и клиническая медицина*. 2012; (3): 87–92.
3. Леванчук, А.В. Загрязнение окружающей среды продуктами эксплуатационного износа автомобильно-дорожного комплекса. *Гигиена и санитария*. 2014. 93(6): 17–21.
4. Рахманин Ю.А., Леванчук А.В. Качественная и количественная характеристика загрязнения окружающей среды продуктами эксплуатационного износа компонентов дорожно-автомобильного комплекса. *Успехи современной науки*. 2016; 1(4): 158–62.
5. Зыятдинов К.Ш., Шамсияров Н.Н., Шигапов Б.Г., Аляветдинов Р.И. Региональные особенности медико-демографических показателей и заболеваемости населения в крупном муниципальном образовании в период социально-экономических реформ. *Общественное здоровье и здравоохранение*. 2012; (2): 4–7.
6. Перепелкина Н.Ю., Тюрин А.В., Леонтьев А.Ю., Калинина Е.А. Закономерности изменения показателей заболеваемости и ин-

валидности населения Оренбургской области (результаты 15-летнего мониторинга). *Общественное здоровье и здравоохранение*. 2013; (3): 12–8.

7. Ярыгина М.В., Кичу П.Ф., Горбукува Т.В. Социально-гигиенический анализ экологозависимой заболеваемости населения как ведущий фактор системного подхода к оценке состояния популяционного здоровья (на примере Приморского края) *Общественное здоровье и здравоохранение*. 2014; (1): 4–11.

8. Damstra T., Barlow S., Bergman A., Kavlock R., Van Der Kraak G. *Global Assessment on the State of the Science of Endocrine Disruptors*. Geneva: World Health Organization; 2002.

9. Loranger S., Zayed J. Environmental contamination and human exposure to airborne and respirable manganese in Montreal. *J. Air Waste Manag. Assoc.* 1997; 47(9): 983–9.

10. Гаврилов А.С. *Экологический программный комплекс для персональных ЭВМ. Теоретические основы и руководство пользователя ЭПК «ZONE»*. СПб.: Гидрометеоздат; 1992.

11. Битюкова В.Р. Социально-экологические проблемы развития городов России. 2-е изд. М.: Либроком; 2009.

References

1. Rakhmanin A.Yu., Khripach L.V., Zheleznyak E.V., Zykova I.E., Novikov S.M., Volkova I.F. et al. Influence of atmospheric air pollution by chemical compounds on medical and biological indicators of the health status of Moscow residents. *Biozashchita i biobezopasnost'*. 2011; 3(3): 26–35. (in Russian)
2. Kopytenkova O.I., Levanchuk A.V., Mingulova I.R. Hygienic characteristics of chemical pollution of the environment in the process of operation of the transport and road complex. *Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina*. 2012; (3): 87–92. (in Russian)
3. Levanchuk, A.V. Pollution of the environment by products of operational wear of the road and road complex. *Gigiena i sanitariya*. 2014. 93(6): 17–21. (in Russian)
4. Rakhmanin Yu.A., Levanchuk A.V. Qualitative and quantitative characteristics of pollution of the environment by products of operational wear of road-vehicle components. *Uspekhi sovremennoy nauki*. 2016; 1(4): 158–62. (in Russian)
5. Zyyatdinov K.Sh., Shamsiyarov N.N., Shigapov B.G., Alyavetdinov R.I. Regional features of medical and demographic indicators and incidence of the population in a large municipal formation in the period of socio-economic reforms. *Obshchestvennoe zdorov'e i zdavookhranenie*. 2012; (2): 4–7. (in Russian)
6. Perepelkina N.Yu., Tyurin A.V., Leont'ev A.Yu., Kalinina E.A. Patterns of changes in morbidity and disability of the population of the Orenburg region (the results of 15-year monitoring). *Obshchestvennoe zdorov'e i zdavookhranenie*. 2013; (3): 12–8. (in Russian)
7. Yarygina M.V., Kiku P.F., Gorborkova T.V. Socio-hygienic analysis of the ecologically dependent morbidity of the population as a leading factor in the systematic approach to assessing the state of population health (Primorsky Krai example). *Obshchestvennoe zdorov'e i zdavookhranenie*. 2014; (1): 4–11. (in Russian)
8. Damstra T., Barlow S., Bergman A., Kavlock R., Van Der Kraak G. *Global Assessment on the State of the Science of Endocrine Disruptors*. Geneva: World Health Organization; 2002.
9. Loranger S., Zayed J. Environmental contamination and human exposure to airborne and respirable manganese in Montreal. *J. Air Waste Manag. Assoc.* 1997; 47(9): 983–9.
10. Gavrilov A.S. *Ecological Program Complex for Personal Computers. Theoretical Foundations and User Manual of EPC «ZONE» [Ekologicheskiiy programmyy kompleks dlya personal'nykh EVM. Teoreticheskie osnovy i rukovodstvo pol'zovatelya EPK «ZONE»]*. St. Petersburg: Gidrometeozdat; 1992. (in Russian)
11. Bituykova V.R. *Socio-ecological Problems of Urban Development in Russia [Sotsial'no-ekologicheskie problemy razvitiya gorodov Rossii]*. 2nd ed. Moscow: Librocom; 2009. (in Russian)

Поступила 26.09.16

Принята к печати 16.01.17