



Научная статья

ТЕНДЕНЦИИ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ И ИХ СВЯЗЬ С ОСНОВНЫМИ АЭРОГЕННЫМИ ФАКТОРАМИ РИСКА В УСЛОВИЯХ СПЕЦИФИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРЕДПРИЯТИЯМИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО И ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОФИЛЯ

М.А. Землянова¹, А.Н. Пережогин², Ю.В. Кольдибекова¹

¹Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, Россия, 614045, г. Пермь, ул. Монастырская, 82

²Иркутский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский противочумный институт Сибири и Дальнего Востока, Россия, 664047 г. Иркутск, ул. Трилиссера, 78

Размещение объектов промышленности, в том числе металлургического и деревообрабатывающего профиля, с выбросами химических веществ в границах или вблизи жилой застройки зачастую приводит к ухудшению качества атмосферного воздуха и связанным с ним нарушением здоровья. В первую очередь это актуально для детского населения.

Объектами исследования являлось содержание химических веществ в атмосферном воздухе в жилой застройке от источников выбросов хозяйствующих субъектов металлургического и деревообрабатывающего профиля (территория наблюдения) и территории с отсутствием данного вида производства (территория сравнения), показатели первичной заболеваемости детского населения.

Проведена гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха и расчета риска развития неканцерогенных эффектов со стороны органов и систем у детей, проживающих в зоне влияния выбросов указанных объектов производства. Установлены приоритетные химические факторы риска (диалюминий триоксид, взвешенные вещества, фенол и фтористые газообразные соединения), превышающие допустимый уровень до 5,0 раза. Неблагоприятная динамика первичной заболеваемости детского населения и установленные достоверные модели зависимости вероятности повышения уровня заболеваемости по классам болезней органов дыхания, нервной системы, пищеварения, костно-мышечной системы и соединительной ткани, мочеполовой системы от суммарных доз химических веществ при аэрогенном воздействии свидетельствуют, что неудовлетворительное качество атмосферного воздуха в жилой застройке может способствовать росту ассоциированной заболеваемости по перечисленным классам болезней.

Установленные и параметризованные причинно-следственные связи позволяют прогнозировать у детского населения в зоне экспозиции негативные ответы со стороны критических органов и систем (по классам болезней). Это позволяет обосновать адекватные меры профилактики, направленные на снижение и предотвращение негативных последствий для здоровья детского населения регионов с одновременным размещением крупных металлургических и деревообрабатывающих объектов производства.

Ключевые слова: химические факторы атмосферного воздуха, загрязнение атмосферного воздуха, объекты промышленности, объекты металлургического и деревообрабатывающего профиля, неканцерогенный риск, аэрогенные факторы риска, критические органы и системы, первичная заболеваемость детского населения.

Размещение объектов промышленности, в том числе металлургического и деревообрабатывающего профиля, с выбросами химических веществ в границах или вблизи жилой застройки зачастую приводит к ухудшению качества атмосферного воздуха и связанному с ним нарушению здоровья. В первую оче-

редь это важно для детского населения [1]. Результаты анализа отечественных и зарубежных публикаций показали, что зачастую в зоне экспозиции химических выбросов проживает большая численность населения и фиксируются разнообразные ответы со стороны здоровья [2–7]. Приоритетными

© Землянова М.А., Пережогин А.Н., Кольдибекова Ю.В., 2020

Землянова Марина Александровна – доктор медицинских наук, заведующий отделом биохимических и цитогенетических методов диагностики (e-mail: zem@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 236-39-30; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8013-9613>).

Пережогин Алексей Николаевич – заведующий отделом санитарной охраны территории и мониторинга (e-mail: mail@38.gospotrebnadzor.ru; тел.: 8 (3952) 24-33-67; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5678-468X>).

Кольдибекова Юлия Вячеславовна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник с выполнением обязанностей заведующего лабораторией метаболизма и фармакокинетики отдела биохимических и цитогенетических методов диагностики (e-mail: koldibekova@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-18-15; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3924-4526>).

веществами, формирующими особо высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха ряда регионов с обозначенными проблемными отраслями, являются никель, медь, диалюминий триоксид, хром (VI), ароматические углеводороды, фториды и фтористые газообразные соединения (компоненты выбросов предприятий металлургического профиля), а также взвешенные вещества, метанол, фенол и др. (компоненты выбросов деревообрабатывающих предприятий). Перечисленные вещества относятся преимущественно к 1–2-му классу опасности веществ и обладают тропностью воздействия на органы дыхания, сердечно-сосудистую, костную, нервную и эндокринную системы, почки, органы пищеварения¹ [8–12].

В ряде субъектов Российской Федерации с размещением предприятий металлургического и деревообрабатывающего профиля заболеваемость населения болезнями органов дыхания обусловлена загрязнением атмосферного воздуха специфическими химическими соединениями, характерными для данных видов производств. К основным территориям с высоким уровнем заболеваний органов дыхания, связанных с аллергической природой и лимфопролиферативными процессами, при аэрогенном воздействии химических факторов перечисленных отраслей промышленности относят Липецкую, Иркутскую, Свердловскую область, Красноярский край и др.² Вслед за болезнями органов дыхания значительное распространение получили болезни системы кровообращения. Показано, что в селитебных территориях с превышением гигиенических нормативов по содержанию в атмосферном воздухе взвешенных веществ регистрируется достоверно высокий по сравнению с жилыми зонами контрольных районов уровень первичной заболеваемости болезнями сердечно-сосудистой системы в виде функциональных кардиопатий [13]. Желудочно-кишечный тракт также является органом-мишенью, особенно в детском возрасте, при загрязнении атмосферного воздуха специфическими химическими веществами. Уровень заболеваемости у детей болезнями органов пищеварения в данных регионах в 2–4 раза выше по сравнению с показателем на территориях без размещения обозначенных промышленных объектов [14]. Так, при воздействии ароматических углеводородов у детей отмечается увеличение частоты встречаемости воспалительно-дистрофических заболеваний желудочно-кишечного тракта в виде хронических гастритов и гастродуоденитов. Такие вещества, как фенол, этилбензол, являются гепатотоксикан-

тами, способными напрямую воздействовать на клеточные структуры посредством механизма повреждения мембранного транспорта гепатоцитов, нарушения биологических процессов в клетках печени и освобождения из них собственных метаболитов [15]. В промышленно развитых регионах относительно территорий сравнения наблюдается повышенная частота встречаемости у детского населения заболеваний, связанных с нарушением функций центральной нервной и эндокринной систем [16]. Основным механизмом действия аэротехногенных химических факторов риска на гормональную, нервную и иммунную системы является активация или супрессия гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси, что может приводить к гормональному дисбалансу [17, 18]. Наличие нейроэндокринных влияний на функции иммунной системы связано с возможностью нервной системы прямо или косвенно контролировать секрецию различных гормонов, так же, как и с наличием «обратного» влияния гормонов на нейромедиаторы [18, 19]. При поступлении с атмосферным воздухом ряда химических веществ (хром, свинец, фенол, оксид меди и др.) отмечается повышенный уровень заболеваемости почек. Данные вещества, являясь нефротоксикантами, способны воздействовать на паренхиму почек как напрямую, так и опосредованно через изменения гемодинамики, кислотно-основного равновесия внутренней среды [20]. Нарушение функций почек происходит в виде снижения клубочковой фильтрации, угнетения канальцевой реабсорбции, снижения почечного плазмотока³. Анализ заболеваемости детского населения жилой застройки в зоне влияния выбросов одновременного металлургического и деревообрабатывающего производства свидетельствует о повышенном до 2,0 раза уровне первичной заболеваемости детей болезнями костно-мышечной системы относительно среднероссийских показателей [21]. В связи с вышеказанным повышается риск формирования детской инвалидности и снижение качества жизни.

Таким образом, приведенные данные показывают значительную роль химических факторов как компонентов выбросов предприятий металлургического и деревообрабатывающего профиля в загрязнении атмосферного воздуха и ассоциированную с ним повышенную распространенность заболеваний практически по всем основным классам болезней.

Цель исследования – выявление и оценка тенденций нарушений состояния здоровья и их связи с основными аэрогенными факторами риска

¹ ГН 2.1.6.3492-17. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/556185926> (дата обращения: 03.11.2020).

² О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2020. – 299 с.

³ Патологическая физиология почек: учебно-методическое пособие / под ред. Э.Н. Кучука, Ф.И. Висмонта. – Минск: БГМУ, 2011. – 41 с.

в условиях специфического загрязнения атмосферного воздуха предприятиями металлургического и деревообрабатывающего профиля.

Материалы и методы. Объектом исследования являлось содержание химических веществ в атмосферном воздухе и показатели первичной заболеваемости детского населения территории с размещением хозяйствующих субъектов металлургического и деревообрабатывающего профиля (территория наблюдения) и территории с отсутствием данных видов производств (территория сравнения).

Отбор и анализ проб атмосферного воздуха на исследуемых территориях в течение 2014–2017 гг. выполняли специалисты Центра гигиены и эпидемиологии в семи точках наблюдения. Оценку полученных результатов проводили на соответствие гигиеническим нормативам, представленных в ГН 2.1.6.3492-17.

Оценка риска здоровью детского населения в условиях хронического воздействия химических факторов с атмосферным воздухом выполнена в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 с расчетом показателей коэффициентов и индексов опасности (HQ , NI), которые определяли с учетом органов и систем, являющихся критическими при аэрогенном воздействии⁴.

В качестве исходных данных для анализа заболеваемости детского населения использовали данные государственной статистики – форма 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации» за 2014–2018 гг.». Для анализа заболеваемости детского населения территорий наблюдения и сравнения по данным государственной статистической отчетности проводили расчет показателей первичной заболеваемости за каждый анализируемый год, рассчитывали средние значения за период наблюдения (2014–2018 гг.). Данные по

показателям заболеваемости приведены в случаях заболеваний на 1000 населения соответствующей возрастной группы. Для характеристики динамики показателей заболеваемости рассчитывали темпы прироста (убыли) показателей в 2018 г. по отношению к 2014 г. (%).

Математическое моделирование в системе «доза химического вещества из атмосферного воздуха – заболеваемость детского населения» выполнено по данным обращаемости за медицинской помощью населением за период 2014–2018 гг.

Результаты и их обсуждение. Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха жилой застройки в зоне осуществления деятельности объектов металлургического и деревообрабатывающего профиля по данным Центра гигиены и эпидемиологии за 2014–2017 гг. показала несоблюдение гигиенических нормативов содержания в атмосферном воздухе алюминия и его соединений (до 2,00 ПДК_{сс}), взвешенных веществ (до 3,01 ПДК_{сс}), фенола (до 1,1 ПДК_{сс}), фтористых газообразных соединений (до 1,7 ПДК_{сс}) (табл. 1).

В атмосферном воздухе жилой застройки территории сравнения за аналогичный период установлено превышение гигиенических нормативов по взвешенным веществам до 1,2 раза. По алюминию, бензолу, фенолу, марганцу, никелю, хрому, свинцу и его соединениям и фтористым соединениям превышений не установлено.

Оценка неканцерогенного риска развития заболеваний при аэрогенном воздействии химических веществ показала превышение допустимого значения коэффициента опасности ($HQ > 1$) для детей группы наблюдения в отношении алюминия и его соединений ($HQ = 5,4$), взвешенных веществ ($HQ = 5,3$), марганца ($HQ = 1,8$), никеля оксида ($HQ = 2,0$), фтористых газообразных соединений ($HQ = 1,98$) (табл. 2).

Таблица 1

Средние концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе жилой застройки в зоне размещения предприятий металлургического и деревообрабатывающего профиля в точках наблюдения Центра гигиены и эпидемиологии за 2014–2017 гг., доли ПДК_{сс}

| Наименование вещества | ПДК _{сс} ³ , мг/м ³ | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | Среднее за период 2014–2017 гг. |
|--|--|------|------|------|------|---------------------------------|
| Алюминий и его соединения | 0,01 | – | – | 2,00 | – | 2,00 |
| Бензол | 0,1 | – | – | – | – | – |
| Взвешенные вещества | 0,15 | – | – | 3,01 | – | 3,01 |
| Фенол | 0,006 | 0,21 | 1,50 | 1,59 | – | 1,10 |
| Марганец | 0,001 | – | – | 0,07 | – | 0,07 |
| Метанол | 0,5 | – | – | 0,01 | – | 0,01 |
| Никель | 0,001 | – | – | 0,03 | – | 0,03 |
| Свинец | 0,0003 | – | – | 0,33 | – | 0,33 |
| Фториды неорганические плохо растворимые | 0,03 | – | – | 0,06 | – | 0,06 |
| Фтористые газообразные соединения | 0,005 | 0,74 | 1,55 | 2,89 | – | 1,73 |
| Хром ⁶⁺ | 0,0015 | – | – | 0,01 | – | 0,01 |

⁴ Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

Значения коэффициентов (*HQ*) и индексов опасности (*HI*) при хроническом ингаляционном воздействии для детей, проживающих в зоне размещения предприятий металлургического и деревообрабатывающего профиля

| № п/п | Вещество | Коэффициент опасности (<i>HQ</i>) | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------|----------------|------------------------|----------------------|-------|--------|------------------|-----------------|
| | | Кровь и кроветворные органы | Сердечно-сосудистая система | Нервная система | Органы дыхания | Репродуктивная система | Гормональная система | Почки | Печень | Иммунная система | Костная система |
| 1 | Алюминий и его соединения | –* | –* | 5,4 | 5,4 | –* | –* | –* | –* | –* | 5,4 |
| 2 | Бензол | 0,41 | 0,41 | 0,41 | –* | 0,41 | –* | –* | –* | 0,41 | –* |
| 3 | Взвешенные вещества | –* | 5,3 | –* | 5,3 | –* | –* | –* | –* | –* | –* |
| 4 | Марганец | –* | –* | 1,8 | 1,8 | –* | –* | –* | –* | –* | –* |
| 5 | Никеля оксид | 2,0 | –* | 2,0 | 2,0 | –* | –* | –* | –* | 2,0 | –* |
| 6 | Свинец и его соединения | 0,26 | –* | 0,26 | –* | 0,26 | 0,26 | 0,26 | –* | –* | –* |
| 7 | Фенол | –* | 0,98 | 0,98 | 0,98 | –* | –* | 0,98 | 0,98 | –* | –* |
| 8 | Фториды плохо растворимые | –* | –* | –* | 0,18 | –* | –* | –* | –* | –* | 0,18 |
| 9 | Фтористые газообразные соединения | –* | –* | –* | 1,98 | –* | –* | –* | –* | –* | 1,98 |
| 10 | Хром (VI) | –* | –* | –* | 0,2 | –* | –* | 0,2 | 0,2 | –* | –* |
| Индекс опасности (<i>HI</i>) | | 2,67 | 6,69 | 10,86 | 17,84 | 0,67 | 0,26 | 1,44 | 1,18 | 2,41 | 7,56 |

Примечание: * – отмечены вещества, не оказывающие воздействие на критическую систему при данном пути поступления.

В условиях хронического ингаляционного поступления химических веществ установлено превышение допустимого значения индекса опасности для детей в отношении органов дыхания в 17,8 раза, нервной системы – в 10,9 раза, костной и сердечно-сосудистой системы – в 6,7–7,6 раза, крови и кроветворных органов и иммунной системы – в 2,4–2,7 раза, почек и печени в 1,2–1,4 раза.

При этом основной вклад в недопустимый уровень неканцерогенного риска развития заболеваний составили: со стороны органов дыхания – алюминий (30,2 %), взвешенные вещества (29,7 %), оксид никеля (11,2 %), фтористые газообразные соединения (11,0 %); нервной системы – алюминий (49,7 %), никель (18,4 %), марганец (16,6 %); крови и кроветворных органов – оксид никеля 74,9 %; иммунной системы – оксид никеля (82,9 %); сердечно-сосудистой системы – взвешенные вещества (79,2 %); костной системы – алюминий (71,4 %) и фтористые газообразные соединения (26,2 %). На территории сравнения в рамках оценки хронического аэрогенного воздействия превышений коэффициента опасности по алюминию, марганцу, никелю и фтористым газообразным соединениям не установлено.

Воздействие аэрогенной экспозиции, сформированной повышенным содержанием в атмосферном воздухе компонентов выбросов предприятий металлургического и деревообрабатывающего профиля, может способствовать росту заболеваемости болезнями органов дыхания, пищеварения, костно-мышечной системы и соединительной ткани, мочеполовой системы, что подтверждают результаты анализа динамики первичной заболеваемости среди детского населения за 2014–2018 гг. по ряду классов болезней (табл. 3).

В целом за анализируемый период показатели первичной заболеваемости детского населения группы наблюдений менялись незначительно, однако ряд классов заболеваний показывал значительные темпы прироста. Так, прирост показателей первичной заболеваемости детского населения за пять лет установлен для следующих классов болезней: болезни органов пищеварения (118,18 %), болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (43,58 %), болезни мочеполовой системы (44,97 %).

Анализ первичной заболеваемости детского населения в разрезе отдельных нозологий показал, что наибольшие темпы прироста отмечены по: остеопатии и хондропатии (190,06 %); гломерулярным, тубулоинтерстициальным болезням почек, другим болезням почек и мочеточника (71,72 %). Наибольшие темпы убыли отмечены по показателям заболеваемости бронхитом хроническим и неуточненным, эмфиземой (73,33 %); астмой (52,38 %).

Сравнительный анализ первичной заболеваемости показал, что среднее значение первичной заболеваемости детского населения территории наблюдения практически по всем классам болезней выше в 2,2–41,9 раза, чем на территории сравне-

Таблица 3

Сравнение первичной заболеваемости детского (0–14 лет) населения территории зоны влияния субъектов металлургического и деревообрабатывающего профиля в разрезе основных классов болезней за 2014–2018 гг.

| Класс болезней (по МКБ-10) | Территория наблюдения | | Территория сравнения | |
|---|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| | Среднее значение 2014–2018 гг. | Темп прироста к 2014 г., % | Среднее значение 2014–2018 гг. | Темп прироста к 2014 г., % |
| J00-J99. Болезни органов дыхания | 2370,35 | -54,97 | 1094,18 | 2,1 |
| K00-K93. Болезни органов пищеварения | 174,62 | 118,18 | 64,78 | -47,7 |
| M00-M99. Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани | 50,22 | 43,58 | 1,2 | – |
| G00-G99. Болезни нервной системы | 40,61 | -1,09 | 5,93 | 179,5 |
| N00-N99. Болезни мочеполовой системы | 54,98 | 44,97 | 5,60 | -100,0 |
| E00-E90. Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ | 30,84 | 9,27 | – | – |

Таблица 4

Параметры моделей зависимости «доза химического вещества из внешней среды – заболеваемость детского населения» (по данным ТФОМС за 2014–2018 гг.)

| Класс заболеваний | Химическое вещество из атмосферного воздуха | Параметры модели | | | | |
|--|---|------------------|----------|-------|-------|--------|
| | | b_0 | b_1 | F | R^2 | p |
| Болезни органов дыхания | Никель | -0,023 | 6938,462 | 72,2 | 0,29 | 0,0001 |
| | Свинец | -4,639 | 17177,6 | 143,2 | 0,52 | 0,0001 |
| Болезни нервной систем | Марганец | -3,058 | 0,867 | 19,1 | 0,16 | 0,0001 |
| | Фтористые газообразные соединения | -3,241 | 71,353 | 18,3 | 0,14 | 0,0001 |
| Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани | Свинец | -3,094 | 6078,919 | 52,9 | 0,28 | 0,0001 |
| | Фенол | -2,824 | 31,241 | 70,2 | 0,31 | 0,0001 |

ния. Исключение составили болезни эндокринной системы, по которым у детского населения территории сравнения не зафиксировано ни одного случая болезни.

Результаты математического моделирования зависимости «экспозиция – ответ» у детского населения позволили установить наличие достоверных прямых причинно-следственных связей: повышения уровня заболеваемости в классе «Болезни органов дыхания» и суммарных доз никеля ($R^2 = 0,29$; $b_0 = -0,023$; $b_1 = 6938,462$; $p = 0,0001$); «Болезни нервной системы» и суммарных доз марганца и свинца ($R^2 = 0,16-0,56$; $-3,058 \leq b_0 \leq -4,639$; $0,867 \leq b_1 \leq 17177,6$; $p = 0,0001$); «Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани» и суммарных доз фтористых газообразных соединений ($R^2 = 0,14$; $b_0 = -3,241$; $b_1 = 71,353$; $p = 0,0001$); «Болезни мочеполовой системы» и суммарных доз свинца и фенола ($R^2 = 0,28-0,31$; $-2,824 \leq b_0 \leq -3,094$; $31,241 \leq b_1 \leq 6078,919$; $p = 0,0001$) (табл. 4).

Выводы. Анализ результатов гигиенической оценки качества атмосферного воздуха и риска развития неканцерогенных эффектов со стороны жизненно важных органов и систем у детей, проживающих в жилой застройке в зоне влияния указанных объектов производства, позволил установить приоритетные химические факторы риска (диалюминий триоксид, взвешенные вещества, фенол и фтористые газообразные соединения), превышающего допустимый уровень до 5,0 раза. Неудовлетворительная гигиеническая ситуация по качеству атмосферного воздуха в жилой застройке может способствовать росту

ассоциированной заболеваемости костно-мышечной системы и мочеполовой системы, что подтверждает прирост первичной заболеваемости детского населения по данным классам болезней и достоверные причинно-следственные связи вероятности повышения уровня заболеваемости и суммарных доз химических веществ при аэрогенном воздействии.

Несмотря на отрицательную динамику первичной заболеваемости за анализируемый период, для классов болезней органов дыхания и нервной системы установлена связь повышения уровня заболеваемости с факторами риска (никелем, марганцем и свинцом). Полученные модели зависимости могут свидетельствовать о неблагоприятном прогнозе развития данных заболеваний в последующий период времени.

Таким образом, установленные и параметризованные причинно-следственные связи позволяют прогнозировать у детского населения в зоне экспозиции негативные ответы со стороны критических органов и систем (по классам болезней) для научно обоснованной разработки адекватных мер профилактики, направленных на снижение и предотвращение риск-реализованных негативных последствий со стороны здоровья детского населения регионов с одновременным размещением крупных металлургических и деревообрабатывающих объектов производства.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Качество среды обитания и риск здоровью населения, проживающего под воздействием выбросов предприятий цветной металлургии и деревообрабатывающей промышленности / С.А. Вековщина, С.В. Клейн, И.Г. Жданова-Заплесвичко, К.В. Четвёркина // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 1. – С. 16–20.
2. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин, С.Л. Авалиани, К.А. Буштуева / под ред. Ю.А. Рахманина, Г.Г. Онищенко. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.
3. Оценка риска неканцерогенных эффектов загрязнения атмосферного воздуха на селитебных территориях города Уральска / А.А. Мамырбаев., Л.Д. Сакебаева, В.М. Сабырахметова, Г.И. Карашова, К.Н. Шаяхметова, Г.А. Умарова // Медицинский журнал Западного Казахстана. – 2016. – Т. 49, № 1. – С. 82–88.
4. Ключев Н.Н., Яковенко Л.М. «Грязные» города России: факторы, определяющие загрязнение атмосферного воздуха // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2018. – Т. 26, № 2. – С. 237–250.
5. Effects of long-term exposure to air pollution on natural-cause mortality: an analysis of 22 European cohorts within the multicentre ESCAPE project / R. Beelen, O. Raaschou-Nielsen, M. Stafoggia, Z.J. Andersen // Lancet. – 2014. – Vol. 383, № 9919. – P. 785–795. DOI: 10.1016/S0140-6736 (13) 62158-3
6. Air pollution and child health: prescribing clean air [Электронный ресурс] // World Health Organization. – 2018. – URL: <https://www.who.int/ceh/publications/air-pollution-child-health/en/> (дата обращения: 10.03.2020).
7. Long-term effects of ambient air pollution on lung function: a review / T. Götschi, J. Heinrich, J. Sunyer, N. Künzli // Epidemiology. – 2008. – Vol. 19, № 5. – P. 690–701. DOI: 10.1097/EDE.0b013e318181650f
8. Toxicological profile for manganese: U.S. Department of Health and Human Services. – Atlanta: Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), U.S. Public Health Service, 2012. – 556 p.
9. Toxicological Profile for Nickel: U.S. Department of Health and Human Services. – Atlanta: Agency for Toxic Substances and Disease Registry Division of Toxicology and Environmental Medicine, 2005. – 351 p.
10. Toxicological profile for aluminum: U.S. Department of Health and Human Services. – Atlanta: Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), U.S. Public Health Service, 2008. – 357 p.
11. Draft Toxicological Profile for Chromium: U.S. Department of Health and Human Services. – Atlanta: Agency for Toxic Substances and Disease Registry Division of Toxicology and Environmental Medicine, 2008. – 610 p.
12. Toxicological Profile for fluorides, hydrogen fluoride, and fluorine: U.S. Department of Health and Human Services. – Atlanta: Agency for Toxic Substances and Disease Registry Division of Toxicology and Environmental Medicine, 2003. – 404 p.
13. Петров С.Б. Эколого-эпидемиологическая оценка влияния взвешенных веществ в атмосферном воздухе на развитие болезней системы кровообращения // Экология человека. – 2011. – № 2. – С. 3–7.
14. Макоско А.А., Матешева А.В. О тенденциях распространенности экологически обусловленных заболеваний вследствие техногенного загрязнения атмосферы // Инновации. – 2012. – Т. 168, № 10. – С. 98–105.
15. Мышкин В.А., Бакиров А.Б., Репина Э.Ф. Гепатотоксические вещества и современные направления коррекции гепатотоксического действия // Медицинский вестник Башкортостана. – 2011. – Т. 6, № 6. – С. 131–136.
16. Тенденции заболеваемости и состояние здоровья детского населения Российской Федерации / А.А. Баранов, В.Ю. Альбицкий, А.А. Иванова, Р.Н. Терлецкая, С.А. Косова // Российский педиатрический журнал. – 2012. – № 6. – С. 4–9.
17. Effect of manganese exposure on the neuroendocrine system in welders / E.A. Kim, H.-K. Cheong, K.-D. Joo, J.-H. Shin, J.S. Lee, S.-B. Choi, D.M. Kang // Neuro Toxicology. – 2007. – Vol. 28, № 2. – P. 263–269. DOI: 10.1016/j.neuro.2006.07.013
18. Dietert R.R. Developmental immunotoxicology: Focus on health risks // Chem. Res. Toxicol. – 2009. – Vol. 22, № 1. – P. 17–23. DOI: 10.1021/tx800198m
19. Долгих О.В., Аликина И.Н., Гусельников М.А. Оценка иммунного статуса детского населения с функциональными нарушениями дыхательной системы, проживающего в зоне аэрогенной экспозиции алюминием // Пермский медицинский журнал. – 2019. – Т. 36, № 5. – С. 44–51.
20. Ягмуров О.Д., Петров Л.В. Морфология острых экзогенных нефротоксических воздействий // Нефрология. – 2011. – Т. 15, № 1. – С. 27–31.
21. Особенности заболеваемости детей, проживающих в зоне влияния предприятий по производству глинозема / О.Ю. Устинова, С.Л. Валина, И.Е. Штина, О.А. Кобякова, В.Г. Макарова // Здоровье населения и среда обитания. – 2019. – № 1. – С. 18–23.

Землянова М.А., Пережогин А.Н., Кольдибекова Ю.В. Тенденции состояния здоровья детского населения и их связь с основными аэрогенными факторами риска в условиях специфического загрязнения атмосферного воздуха предприятиями металлургического и деревообрабатывающего профиля // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 4. – С. 46–53. DOI: 10.21668/health.risk/2020.4.05

Research article

TRENDS DETECTED IN CHILDREN'S HEALTH AND THEIR RELATION WITH BASIC AEROGENIC RISK FACTORS UNDER EXPOSURE TO SPECIFIC AMBIENT AIR CONTAMINATION CAUSED BY METALLURGIC AND WOOD-PROCESSING ENTERPRISES

M.A. Zemlyanova¹, A.N. Perezhgin², Yu.V. Koldibekova¹

¹Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, 82 Monastyrskaya Str., Perm, 614045, Russian Federation

²Irkutsk Antiplague Research Institute of Siberia and Far East awarded by the Labour Red Banner, 78 Trilissera Str., Irkutsk, 664047, Russian Federation

Industrial objects including metallurgic and wood-processing enterprises that emit hazardous chemicals into ambient air are often located within or close to residential areas; it results in poorer ambient air quality and health disorders caused by it, first of all, among children.

Our research objects were chemicals contents in ambient air in a residential area exposed to emissions from metallurgic and wood-processing enterprises (the test territory) and in an area where there were no such productions (the reference territory), and primary morbidity among children in both of them.

We determined priority chemical risk factors basing on hygienic assessment of ambient air quality and calculation of risks that non-carcinogenic effects would occur in organs and systems of children who lived in a zone exposed to the given industrial objects. These factors included aluminum oxide, particulate matter, phenol, and gaseous fluorides and their contents were up to 5.0 times higher than permissible levels. We detected negative trends in primary morbidity among children and established authentic models showing dependence between a probable growth in morbidity as per respiratory diseases, diseases of the nervous system, gastric diseases, diseases of the musculoskeletal system and connective tissue, and diseases of the urogenital system and total doses of chemicals under aerogenic exposure. All the above mentioned indicates that poor ambient air quality in a residential area can make for a growth in related morbidity as per the given nosologies.

Established and parameterized cause-and-effect relations allow predicting negative responses in critical organs and systems (as per the given nosologies) of exposed children. It provides scientific substantiation for developing relevant prevention activities aimed at reducing and preventing negative consequences for health of children living in regions where large metallurgic and wood-processing enterprises are located.

Key words: *chemical factors in ambient air, ambient air contamination, industrial objects, metallurgic and wood-processing enterprises, non-carcinogenic risks, aerogenic risk factors, critical organs and systems, primary morbidity among children.*

References

1. Vekovshina S.A., Kleyn S.V., Zhdanova-Zaplevichko I.G., Chetverkina K.V. The quality of environment and risk to health of the population residing under the exposure to emissions from colored metallurgy enterprises and wood processing industry. *Gigiena i sanitaria*, 2018, vol. 97, no. 1, pp. 16–20 (in Russian).
2. Onishchenko G.G., Novikov S.M., Rakhmanin Yu.A., Avaliani S.L., Bushtueva K.A. Osnovy otsenki riska dlya zdorov'ya naseleniya pri vozdeistvii khimicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchikh okruzhayushchuyu sredu [Basics of health risk assessment under exposure to chemicals that pollute the environment]. Moscow, NII ECh i GOS Publ., 2002, 408 p. (in Russian).

© Zemlyanova M.A., Perezhgin A.N., Koldibekova Yu.V., 2020

Marina A. Zemlyanova – Doctor of Medical Sciences, Chief Researcher acting as the Head of the Department for Biochemical and Cytogenetic Diagnostic Techniques (e-mail: zem@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 236-39-30; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8013-9613>).

Aleksei N. Perezhgin – Head of the Department for Sanitary Protection on a Territory and Monitoring (e-mail: mail@38.rospotrebnadzor.ru; tel.: +7 (3952) 24-33-67; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5678-468X>).

Yuliya V. Koldibekova – Candidate of Biological Sciences, Senior researcher acting as the Head of the Laboratory for Metabolism and Pharmacokinetics at the Department for Biochemical and Cytogenetic Diagnostic Techniques (e-mail: koldibekova@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 237-18-15; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3924-4526>).

3. Mamyrbaev A.A., Sakebaeva L.D., Sabyrakhmetova V.M., Karashova G.I., Shayakhmetova K.N., Umarova G.A. Assessment of risk of non-carcinogenic effects due to the pollution of atmospheric air in residential areas of Uralsk city. *Meditsinskii zhurnal Zapadnogo Kazakhstana*, 2016, vol. 49, no. 1, pp. 82–88 (in Russian).
4. Klyuev N.N., Yakovenko L.M. «Dirty» cities in Russia: factors determining air pollution. *Vestnik Rossiiskogo universiteta družby narodov. Seriya: Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*, 2018, vol. 26, no. 2, pp. 237–250 (in Russian).
5. Beelen R., Raaschou-Nielsen O., Stafoggia M., Andersen Z.J. Effects of long-term exposure to air pollution on natural-cause mortality: an analysis of 22 European cohorts within the multicentre ESCAPE project. *Lancet*, 2014, vol. 383, no. 9919, pp. 785–795. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)62158-3
6. Air pollution and child health: prescribing clean air. *World Health Organization*, 2018. Available at: <https://www.who.int/ceh/publications/air-pollution-child-health/en/> (10.03.2020).
7. Götschi T., Heinrich J., Sunyer J., Künzli N. Long-term effects of ambient air pollution on lung function: a review. *Epidemiology*, 2008, vol. 19, no. 5, pp. 690–701. DOI: 10.1097/EDE.0b013e318181650f
8. Toxicological profile for manganese: U.S. Department of Health and Human Services. Atlanta, Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), U.S. Public Health Service Publ., 2012, 556 p.
9. Toxicological Profile for Nickel: U.S. Department of Health and Human Services. Atlanta, Agency for Toxic Substances and Disease Registry Division of Toxicology and Environmental Medicine Publ., 2005, 351 p.
10. Toxicological profile for aluminum: U.S. Department of Health and Human Services. Atlanta, Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), U.S. Public Health Service Publ., 2008, 357 p.
11. Draft Toxicological Profile for Chromium: U.S. Department of Health and Human Services. Atlanta, Agency for Toxic Substances and Disease Registry Division of Toxicology and Environmental Medicine Publ., 2008, 610 p.
12. Toxicological Profile for fluorides, hydrogen fluoride, and fluorine: U.S. Department of Health and Human Services. Atlanta, Agency for Toxic Substances and Disease Registry Division of Toxicology and Environmental Medicine Publ., 2003, 404 p.
13. Petrov S.B. Ecological and epidemiological estimation of influence of suspended matters in atmospheric air on development of circulatory system diseases. *Ekologiya cheloveka*, 2011, no. 2, pp. 3–7 (in Russian).
14. Makosko A.A., Matesheva A.V. Prevalence trends of environment-related diseases due to the anthropogenic air pollution. *Innovatsii*, 2012, vol. 168, no. 10, pp. 98–105 (in Russian).
15. Myshkin V.A., Bakirov A.B., Repina E.F. Hepatotoxic substances and contemporary trends of hepatotoxic effects correction. *Meditsinskii vestnik Bashkortostana*, 2011, vol. 6, no. 6, pp. 131–136 (in Russian).
16. Baranov A.A., Al'bitskii V.Yu., Ivanova A.A., Terletskaia R.N., Kosova S.A. Trends and the health status of the child population of the Russian Federation. *Rossiiskii pediatricheskii zhurnal*, 2012, no. 6, pp. 4–9 (in Russian).
17. Kim E.A., Cheong H.-K., Joo K.-D., Shin J.-H., Lee J.S., Choi S.-B., Kang D.M. Effect of manganese exposure on the neuroendocrine system in welders. *Neuro Toxicology*, 2007, vol. 28, no. 2, pp. 263–269. DOI: 10.1016/j.neuro.2006.07.013
18. Dietert R.R. Developmental immunotoxicology: Focus on health risks. *Chem. Res. Toxicol.*, 2009, vol. 22, no. 1, pp. 17–23. DOI: 10.1021/tx800198m
19. Dolgikh O.V., Alikina I.N., Gusel'nikov M.A. Assessment of immune status in children with functional respiratory system disorders, living in aerogenic aluminium exposure zone. *Permskii meditsinskii zhurnal*, 2019, vol. 36, no. 5, pp. 44–51 (in Russian).
20. Yagmurov O.D., Petrov L.V. Morphology of acute exogenous nephrotoxic injuries. *Nefrologiya*, 2011, vol. 15, no. 1, pp. 27–31 (in Russian).
21. Ustinova O.Yu., Valina S.L., Shtina I.E., Kobayakova O.A., Makarova V.G. Features of children's morbidity living in area of influence enterprises for alumina production. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2019, no. 1, pp. 18–23 (in Russian).

Zemlyanova M.A., Perezhogin A.N., Koldibekova Yu.V. Trends detected in children's health and their relation with basic aerogenic risk factors under exposure to specific ambient air contamination caused by metallurgic and wood-processing enterprises. *Health Risk Analysis*, 2020, no. 4, pp. 46–53. DOI: 10.21668/health.risk/2020.4.05.eng

Получена: 30.09.2020

Принята: 03.12.2020

Опубликована: 30.12.2020