

© Землянова М.А., Тихонова И.В., Кольдибекова Ю.В., 2019

УДК 612.06

ОСОБЕННОСТИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ БОЛЕЗНЯМИ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ У ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ КОМПОНЕНТОВ ВЫБРОСОВ КРУПНОГО ПРОИЗВОДСТВА ГЛИНОЗЕМА

М.А. Землянова¹, И.В. Тихонова², Ю.В. Кольдибекова¹

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

²Управление Роспотребнадзора по Красноярскому краю,
ул. Каратанова, д. 21, г. Красноярск, 660049, Россия

Проведена гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха территорий наблюдения и сравнения по данным мониторинговых и натурных наблюдений, выполнен сравнительный анализ заболеваемости болезнями органов дыхания детского населения по данным формы федерального статистического наблюдения и фактической обращаемости за медицинской помощью за 2014–2017 гг., проведена оценка связи заболеваний болезнями органов дыхания с воздействием изучаемых химических факторов. В жилой застройке территории наблюдения установлено неудовлетворительное качество атмосферного воздуха по ряду веществ. В результате сравнительного анализа показателей заболеваемости установлен повышенный уровень заболеваемости болезнями органов дыхания и отдельными нозологическими формами (хронические болезни миндалин и аденоидов и бронхиальная астма) на территориях со стабильным загрязнением атмосферного воздуха компонентами выбросов крупного производства глинозема. Доказана зависимость вероятности возникновения дополнительных случаев заболеваний органов дыхания от содержания в атмосферном воздухе взвешенных веществ, мелкодисперсных фракций PM₁₀, PM_{2,5}, азота диоксида, алюминия, марганца, фторидов твердых и газообразных, хрома.

Ключевые слова: производство глинозема, загрязнение атмосферного воздуха, заболеваемость болезнями органов дыхания, детское население.

Для цитирования: Землянова М.А., Тихонова И.В., Кольдибекова Ю.В. Особенности заболеваемости болезнями органов дыхания у детского населения, проживающего в зоне воздействия компонентов выбросов крупного производства глинозема // Здоровье населения и среда обитания. 2019. № 7 (316). С. 28–33. DOI: <http://doi.org/10.35627/2219-5238/2019-316-7-28-33>

M.A. Zemlianova, I.V. Tikhonova, Yu.V. Kol'dibekova □ FEATURES FOR THE RESPIRATORY SYSTEM DISEASES MORBIDITY IN THE CHILD POPULATION LIVING IN THE IMPACT AREA OF EMISSION COMPONENTS OF LARGE-SCALE ALUMINA PRODUCTION □ Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, 82 Monastyrskaya Str., Perm, 614045, Russia; Rospotrebnadzor Office in the Krasnoyarsk Krai, 21 Karatanova Str., Krasnoyarsk, 660049, Russia

We made hygienic assessment of the atmospheric air quality of the observation territory and comparison according to monitoring and field observations, carried out a comparative analysis of the respiratory system diseases morbidity of the child population according to the form of federal statistical observation and actual attendance for medical care for 2014–2017, evaluated the relationship of respiratory system diseases morbidity with the effects of the studied chemical factors. Atmospheric air poor quality for a number of substances has been established in the residential development of the observation territory. An increased morbidity rate of respiratory system diseases and certain nosological forms (chronic diseases of the tonsils and adenoids and bronchial asthma) in areas with stable atmospheric air pollution by emission components of large-scale alumina production has been established as a result of a comparative analysis of morbidity rates. We proved the dependence of the occurrence probability of additional cases of respiratory system diseases on the content in the atmospheric air of suspended solids, fine PM₁₀, PM_{2.5} fractions, nitrogen dioxide, aluminum, manganese, solid and gaseous fluorides, chromium.

Keywords: alumina production, atmospheric air pollution, respiratory diseases morbidity, child population.

For citation: Zemlianova M.A., Tikhonova I.V., Kol'dibekova Yu.V. Osobennosti zabolevaemosti boleznyami organov dykhaniya u detskogo naseleniya, prozhivayushchego v zone vozddeistviya komponentov vybrosov krupnogo proizvodstva glinozema [Features for the respiratory system diseases morbidity in the child population living in the impact area of emission components of large-scale alumina production]. Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya, 2019, no. 7 (316), pp. 28–33. (In Russ.) DOI: <http://doi.org/10.35627/2219-5238/2019-316-7-28-33>

Сохранение здоровья, снижение уровня смертности и увеличение продолжительности жизни населения России является одним из приоритетных направлений социальной политики государства [10]. В настоящий момент население порядка 50 субъектов РФ (82,9 млн человек) постоянно проживает в неблагоприятных санитарно-гигиенических условиях и подвергается воздействию, прежде всего, факторов аэрогенной химической нагруз-

ки [10]. Интенсивное загрязнение атмосферного воздуха в результате хозяйственной деятельности предприятий цветной металлургии, в том числе производства глинозема, является значимой причиной нарушения состояния здоровья населения, в первую очередь, со стороны органов дыхания [11].

За последние годы, с 2012 по 2018 г., на территориях с размещением крупных металлургических производств, к числу которых

относится и производство глинозема, стабильно сохраняется высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха как общераспространенными (серы диоксид, взвешенные вещества, оксиды азота, формальдегид), так и специфическими химическими веществами (фтористый водород, диалюминий триоксид, марганец и его соединения, хром и др.), характерными для этого вида производства [10]. Болезни органов дыхания, по мнению экспертов Всемирной организации здравоохранения, являются наиболее распространенной причиной потерь здоровья, связанных с воздействием загрязнений атмосферного воздуха, среди взрослого и детского населения [5, 17]. По данным медицинской статистики, ежегодно в Российской Федерации регистрируются более 25 млн случаев заболеваний органов дыхания у детей (до 60 %). Эти заболевания стабильно занимают ведущее место в структуре общей заболеваемости. В силу своего анатомо-физиологического строения дыхательная система является защитным барьером организма и раньше всего реагирует на аэрогенное воздействие загрязнений химическими веществами [12, 19].

При длительной аэрогенной экспозиции загрязняющих веществ в зависимости от их химической структуры имеются закономерности и особенности воздействия на органы дыхания. Хроническое ингаляционное воздействие формальдегида ассоциируется с раздражением верхних дыхательных путей, сенсibilизацией с последующим развитием поражений нижних отделов дыхательной системы (легких), бронхоспастического синдрома, астматического бронхита [16]. Фторсодержащие неорганические соединения также оказывают раздражающее действие на верхние дыхательные пути [22]. При длительной аэрогенной экспозиции оксидов азота ухудшается сопротивляемость тканей легких, расширяются альвеолы и клетки в корешках бронхов, чаще наблюдаются бронхиты, воспаление легких и др. [1]. Неблагоприятное воздействие взвешенных частиц часто связано с их способностью нарушать функции эпителиального барьера и воздействовать на клетки иммунной системы органов дыхания [2]. Взвешенные частицы (PM10 и PM2,5) способны проникать в верхние и нижние отделы дыхательных путей, осаждаясь в альвеолярной области, где происходит процесс их фагоцитоза клетками легочного эпителия, вследствие чего может развиваться пролиферативная реакция [8]. Хроническое поступление оксида алюминия в виде микро- и наноразмерных частиц приводит к повреждению поверхности альвеолярных макрофагов [6]. Марганец и его соединения в виде аэрозолей способны проникать через тканевые барьеры в нижние отделы легких, включая бронхиолы и альвеолы [23], при этом отмечается усиление каталитической генерации активных форм кислорода, инициация воспалительных изменений с последующим апоптозом альвеолярных эпителиоцитов [17, 20, 21]. Экспериментально установлено, что

морфологические изменения при хроническом аэрогенном воздействии хрома (VI) характеризуются быстрым развитием хронического воспаления альвеолярной ткани и бронхов за счет повреждения клеточных мембран, выхода ферментов и белков из клеток, активизации моноцитами фибробластов, связанных с Т-лимфоцитами, активированными продуктами распада тканей [9]. Таким образом, негативное аэрогенное воздействие загрязнений химическими веществами, входящими в состав выбросов предприятий крупного производства глинозема, может проявляться в виде дополнительных заболеваний со стороны органов дыхания, в том числе бронхитом, бронхиальной астмой и др. [4].

В связи с этим актуальными являются детальное исследование и оценка заболеваемости органов дыхания и прежде всего у детей, подвергающихся воздействию неблагоприятных химических факторов в зоне размещения крупного производства глинозема. Детский организм по сравнению со взрослым, в силу возрастных особенностей вентиляции легких, наиболее чувствителен к экзогенному воздействию химических факторов. Дети в меньшей степени подвержены внутригородской миграции, теснее привязаны к территории, на которой живут и учатся, не испытывают непосредственного влияния профессиональных вредностей. Это повышает достоверность медико-статистических исследований, позволяя делать более объективные выводы об экологической обусловленности заболеваний со стороны органов дыхания неудовлетворительным качеством атмосферного воздуха промышленно развитой территории [14].

Цель исследования — оценка особенностей заболеваемости болезнями органов дыхания у детского населения, проживающего в зоне воздействия компонентов выбросов крупного производства глинозема.

Материалы и методы. Оценка качества атмосферного воздуха территории селитебной застройки в зоне размещения производства глинозема (территория наблюдения) и территории с отсутствием размещения этого производства (территория сравнения) по формальдегиду, азота диоксиду и азота оксиду, фторидам газообразным хорошо растворимым (гидрофторидам) и взвешенным веществам выполнена по данным мониторинговых наблюдений ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» за 2012–2017 гг. Натурные исследования качества атмосферного воздуха ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» выполнены в 2017 г. в отношении алюминия, хрома⁺⁶, мелкодисперсных частиц PM2,5 и PM10, марганца, фторидов твердых плохо растворимых. Сравнительный анализ заболеваемости болезнями органов дыхания детского населения территории наблюдения относительно территорий субъекта РФ и территории сравнения проведен по показателям: структура, общая и первичная заболеваемость, темп прироста (ошибка различий

по половозрастной структуре населения составила менее 1 %). Анализ выполнен по данным формы федерального статистического наблюдения № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации», а также по данным фактической обращаемости за медицинской помощью за 2014–2017 гг. Численность детского населения 4–14 лет селитебной застройки составила 15 239 детей, территории сравнения — 5 429 детей аналогичного возраста (на 01.01.2017). Достоверность различий заболеваемости детского населения территорий наблюдения, сравнения и краевого уровня оценена с использованием t-критерия Стьюдента при $p \leq 0,05$ [3]. Оценку связи заболеваний у детей болезнями органов дыхания с воздействием изучаемых химических факторов риска проводили по результатам расчета отношения шансов (OR). Для оценки достоверности наличия связи «воздействие — ответ» рассчитывали 95%-й доверительный интервал (DI), в пределах которого находится истинное значение OR с вероятностью 95 %, а вероятность получения ошибочных значений в выполненных исследованиях не превышает 5 %. Критериями наличия достоверной связи являлись $OR \geq 1$ и нижняя граница $DI > 1$ [15].

Результаты исследования. С помощью гигиенической оценки качества атмосферного воздуха в зоне размещения производства глинозема было установлено, что территория наблюдения по комплексному показателю индекса загрязнения атмосферы (ИЗА5) относится к городам с «высоким» индексом (ИЗА5 от 7,8 до 8,2). Веществами, определяющими уровень загрязнения атмосферного воздуха в среднем за 5 лет, являются взвешенные вещества (среднегодовая концентрация 1,08 ПДКсс), формальдегид (1,67 ПДКсс), азота диоксид (1,34 ПДКсс), азота оксид (1,01 ПДКсс), поступающие в атмосферный воздух в составе компонентов выбросов хозяйствующего субъекта по производству глинозема. Оценка качества атмосферного воздуха в жилой застройке, по данным натурных исследований, показала превышение гигиенических нормативов содержания алюминия (до 3,06 ПДКсс), марганца (до 1,12 ПДКсс), фторидов твердых (до 3,62 ПДКсс), фторидов газообразных (до 8,25 ПДКсс), взвешенных частиц $PM_{2,5}$ (до 3,11 ПДКсс) и PM_{10} (до 8,92 ПДКсс). Регистрируется стабильное присутствие в атмосферном воздухе хрома^{VI} до 0,06 ПДКсс. При этом установлено, что в жилой застройке территории наблюдения среднесуточный уровень загрязнения атмосферного воздуха по содержанию азота диоксида, азота оксида, алюминия, взвешенных веществ, взвешенных частиц PM_{10} и $PM_{2,5}$, марганца, формальдегида, гидрофторида до 6,2 раза выше уровня загрязнения атмосферного воздуха территории сравнения по данным показателям. Исследуемые соединения относятся к потенциально опасным химическим веществам для органов дыхания [17].

Сравнительный анализ и оценка заболеваемости детского населения территории наблюдения показали, что болезни органов дыхания в структуре общей и первичной заболеваемости занимают первое ранговое место как на территории наблюдения, так и в среднем по краю. При этом обращает на себя внимание повышенный уровень общей и первичной заболеваемости в 1,3 раза у детского населения территории наблюдения относительно среднекраевых показателей ($p = 0,0001$) (табл. 1). Показатели общей и первичной заболеваемости болезнями органов дыхания у детей территории наблюдения в среднем за 4 года относительно территории сравнения превысили соответственно в 1,9 и 1,8 раза ($p = 0,0001$), хроническими болезнями миндалин и аденоидов — в 4,4 и 6,3 раза ($p = 0,0001$) соответственно, астмой — в 1,2 и астматическим статусом — в 1,4 раза ($p = 0,0001$). Зарегистрированы положительные значения темпа прироста общей и первичной заболеваемости детского населения территории наблюдения по сравнению с уровнем 2014 г. по бронхиту хроническому неуточненному и хроническим болезням миндалин и аденоидов. При этом темп прироста по бронхиту хроническому неуточненному превышает в 16,9–22,6 раза аналогичные показатели у детского населения территории сравнения ($p = 0,0001$).

Результаты сравнительного анализа и оценки заболеваемости детей, выполненных по данным фактической обращаемости за медицинской помощью в 2014–2017 гг., представлены в табл. 2. За анализируемый период установлены достоверно более высокие показатели обращаемости за медицинской помощью детского населения территории наблюдения относительно аналогичных показателей территории сравнения по классу болезней органов дыхания (00-J98) — в 1,2 раза ($p = 0,047$) и отдельным нозологиям: хроническая болезнь миндалин и аденоидов неуточненная (J35) — в 1,5 раза; астма неуточненная (J45.9) — 9,9 раза; астма с преобладанием аллергического компонента — 2,7 раза; аллергический ринит неуточненный (J30.4) — 7,0 раз; хронический тонзиллит (J35.0) — 3,91 раза; хронический ринит (J31.0) — 32,1 раза ($p = 0,0001 - 0,007$). Установлена отрицательная динамика заболеваемости болезнями органов дыхания, в том числе аллергическим ринитом неуточненным.

Установлены причинно-следственные связи между воздействием изучаемых химических факторов и уровнем заболеваемости болезнями органов дыхания экспонированных детей по следующим заболеваниям: аллергический ринит неуточненный ($OR = 4,7$; $DI = 2,59 - 8,52$), астма неуточненная ($OR = 10,14$; $DI = 1,36 - 75,39$), другие хронические болезни миндалин и аденоидов ($OR = 3,40$; $DI = 2,13 - 5,44$), хронический тонзиллит ($OR = 3,12$; $DI = 2,38 - 4,09$), хронический ринит ($OR = 30,53$; $DI = 4,23 - 220,18$).

Таблица 1. Показатели заболеваемости детского населения болезнями органов дыхания в 2014–2017 гг. (по данным федерального статистического наблюдения)**Table 1. The morbidity rates of respiratory diseases in children in 2014–2017 (according to federal statistical observation)**

Класс болезней/нозология	Территория наблюдения		Территории субъекта РФ		Территория сравнения	
	среднее за 2014–2017 гг., сл. на 100 000 детей	темпы прироста к 2014 г., %	среднее за 2014–2017 гг., сл. на 100 000 детей	темпы прироста к 2014 г., %	среднее за 2014–2017 гг., сл. на 100 000 детей	темпы прироста к 2014 г., %
Общая заболеваемость:						
Всего заболеваний	271 049,55*^	–12,06	216 425,45	–3,44	149 401,94	2,73
J00–J99 Болезни органов дыхания, из них:	147 499,20*^	–15,11	106 653,68	–4,25	79 447,13	2,06
J35 хронические болезни миндалин и аденоидов	12 890,60*^	14,57	5 468,35	17,50	2 910,66	139,59
J40–J42 бронхит хронический неуточненный	85,02	79,25	132,48	24,32	136,61	4,69
J45 астма, астматический статус	1 018,75^	–23,74	1 347,18	–4,75	843,33	42,38
Первичная заболеваемость:						
Всего заболеваний	222 960,08*^	–14,56	181 484,14	20,74	115 279,26	20,74
J00–J99 Болезни органов дыхания, из них:	138 555,59*^	–17,24	101 443,85	–5,05	75 558,65	0,47
J35 хронические болезни миндалин и аденоидов	6 046,13*^	5,62	2 545,83	0,82	967,96	63,44
J40–J42 бронхит хронический неуточненный	41,83	402,13	52,58	–1,04	71,90	17,77
J45 астма, астматический статус	192,11*^	–14,27	164,21	–8,73	136,49	34,60

Примечание: * – достоверность различий со среднерегиональными показателями; ^ – достоверность различий с показателями территории сравнения.

Note: * – reliability of differences with the average regional indices; ^ – significance of differences with the territory comparison indicators

Таблица 2. Показатели заболеваемости детского населения болезнями органов дыхания в 2014–2017 гг. (по данным обращаемости за медицинской помощью)**Table 2. The morbidity rates of respiratory diseases in children in 2014–2017 (according to the appeal for medical care)**

Класс болезней/группы нозологий	Территория наблюдения		Территория сравнения	
	среднее за 2014–2017 гг., сл. на 1 000 детей	темпы прироста к 2014 г., %	среднее за 2014–2017 гг., сл. на 1 000 детей	темпы прироста к 2014 г., %
J00–J98 Болезни органов дыхания, в том числе:	3 241,39*	28,55	2 761,90	–13,31
J35 хроническая болезнь миндалин и аденоидов неуточненная	1,34*	–55,00	0,87	–100,00
J42 хронический бронхит неуточненный	0,07	–	0,19	–
J45.9 астма неуточненная	3,68*	–	0,37	100,00
J45.0 астма с преобладанием аллергического компонента	75,07*	–4,10	28,37	13,49
J30.4 аллергический ринит неуточненный	13,02*	49,23	1,86	–12,50
J31.0 хронический ринит	6,10*	–16,67	0,19	–
J31.1 хронический назофарингит	0,33	–25,7	0,43	–
J35.0 хронический тонзиллит	30,02*	37,04	7,68	65,22

Примечание: * – достоверность различий с показателями территории сравнения.

Note: * – достоверность различий с показателями территории сравнения.

Таким образом, сравнительный анализ показателей заболеваемости населения территории наблюдения и сравнения, а также края в целом показал, что данные государственной статистики и фактической обращаемости за медицинской помощью подтверждают факт повышенного уровня заболеваемости

болезнями органов дыхания до двух раз и отдельными нозологическими формами (хронические болезни миндалин и аденоидов и бронхиальная астма) до 30 раз на территории со стабильным загрязнением атмосферного воздуха компонентами выбросов крупного производства глинозема.

Обращает на себя внимание отрицательная динамика уровня общей и первичной заболеваемости хроническим бронхитом, а также уровня обращаемости за медицинской помощью в связи с заболеваниями аллергическим ринитом неуточненным у детей территории наблюдения. Данные результаты сопоставимы с российскими и зарубежными эпидемиологическими исследованиями в части формирования повышенного уровня заболеваемости болезнями органов дыхания у детей, проживающих в регионах с размещением стационарных источников промышленных предприятий, в том числе металлургического профиля [7, 13, 18]. Установленные особенности заболеваемости болезнями органов дыхания детского населения могут отражать обусловленность заболеваний данного класса неудовлетворительным качеством атмосферного воздуха сеlettной застройки в зоне размещения производства глинозема, что сопровождается возникновением дополнительных случаев заболеваемости органов дыхания (до 500 случаев на 1 000 детей в год или до 7 000 случаев для исследуемой популяции детского населения).

Выводы

1. Неудовлетворительное качество атмосферного воздуха по содержанию взвешенных веществ, твердых частиц PM₁₀, PM_{2,5}, диоксида азота, алюминия, марганца, фторидов твердых и газообразных (от 1,3 до 8,92 ПДК_{сс}) и постоянное присутствие хрома⁶⁺ до 1,0 ПДК_{сс}, обусловленное хозяйственной деятельностью объектов производства глинозема, может формировать повышенный уровень заболеваемости болезнями органов дыхания.

2. Уровень общей и первичной заболеваемости болезнями органов дыхания у детского населения, проживающего на территории наблюдения, в 1,3–1,8 раза превышает аналогичные среднеекраевые показатели и показатели территории сравнения; в 1,2–6,3 раза превышает по отдельным нозологиям, в том числе по хроническим болезням миндалин и аденоидов (J35) и бронхиальной астме (J45).

3. Обращаемость за медицинской помощью детского населения на территории наблюдения превышает до 32 раз аналогичный показатель территории сравнения как по классу болезней органов дыхания, так и по хроническим болезням миндалин и аденоидов (J35), астме неуточненной (J45.9), аллергическому риниту неуточненному (J30.4), хроническому тонзиллиту (J35.0) и риниту (J31.0).

4. Доказаны зависимости вероятности возникновения дополнительных случаев заболеваний органов дыхания (до 500 случаев на 1 000 детей в год) от содержания в атмосферном воздухе взвешенных веществ, мелкодисперсных фракций PM₁₀, PM_{2,5}, азота диоксида, алюминия, марганца, фторидов твердых и газообразных, хрома.

ЛИТЕРАТУРА (пп. 16–23 см. References)

1. Влияние диоксида азота на живые системы [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://studwood.ru/1158323/ekologiya/vliyanie_dioksida_azota_zhivye_sistemy (дата обращения: 29.05.2019)
2. Галлеев К.А., Хакимова Р.Ф. Связь между концентрациями в атмосферном воздухе химических веществ и распространенностью аллергических заболеваний у детей // Гигиена и санитария. 2002. № 4. С. 23–24.
3. Гланц С. Медико-биологическая статистика. М.: Практика, 1998. 459 с.
4. Донских И.В. Влияние фтора и его соединений на здоровье населения (обзор данных литературы) // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2013. № 3 (91). Ч. 2. С. 179–185.
5. Зайцева Н.В. Гигиенические аспекты нарушения здоровья детей при воздействии химических факторов среды обитания. Пермь: Книжный формат, 2011. 489 с.
6. Зайцева Н.В., Землянова М.А., Степанков М.С., Игнатова А.М. Научное прогнозирование токсичности и оценка потенциальной опасности наночастиц оксида магния для здоровья человека // Экология человека. 2019. № 2. С. 39–44.
7. Кольдубекова Ю.В., Землянова М.А., Игнатова А.М., Тихонова И.В., Маркович Н.И., Четверкина К.В., Ухабов В.М. Оценка риска нарушений состояния здоровья у детей, проживающих в зоне влияния производства металлургического глинозема // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98. № 2. С. 135–141.
8. Куренкова Г.В. Пыль как вредный фактор производственной среды. Иркутск: ИГМУ, 2015. 88 с.
9. Мамырбаев А.А. Токсикология хрома и его соединений. Актобе, 2012. 284 с.
10. 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. 268 с.
11. Перспективы развития цветной металлургии в России [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://infoline.spb.ru/pdf/cmi/02.2007.pdf> (дата обращения: 16.01.2018).
12. Порада Н.Е. Заболеваемость органов дыхания у детей заводского района г. Минска // Экологический вестник. 2015. № 2 (32). С. 53–57.
13. Просвирякова И.А., Шевчук Л.М. Гигиеническая оценка содержания твердых частиц PM₁₀ и PM_{2,5} в атмосферном воздухе и риска для здоровья жителей в зоне влияния выбросов стационарных источников промышленных предприятий // Анализ риска здоровью. 2018. № 2. С. 14–23.
14. Сетко А.Г., Очнева Г.И., Сетко И.М. Факторы, формирующие здоровье детского населения, проживающего на урбанизированных территориях, и оценка риска их воздействия // Вестник ОГУ. Приложение: Биология и медицина. 2005. № 5. С. 104–106.
15. Флетчер Р., Флетчер С., Вагнер Э. Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины. М.: Медиа Сфера, 1998. 352 с.

REFERENCES

1. Vliyanie dioksida azota na zhivye sistemy [Effect of nitrogen dioxide on living systems]. Available at: https://studwood.ru/1158323/ekologiya/vliyanie_dioksida_azota_zhivye_sistemy (data obrashcheniya: 29.05.2019) (In Russ.)
2. Galileev K.A., Khakimova R.F. Svyaz' mezhdu kontsentratsiyami v atmosfornom vozdukh khimicheskikh veshchestv i rasprostranennost'yu allergicheskikh zabolevaniy u detei [Relationship between atmospheric air concentrations of chemicals and prevalence of allergic diseases in children]. *Gigiena i sanitariya*, 2002, no. 4, pp. 23–24. (In Russ.)

3. Glants S. Mediko-biologicheskaya statistika [Medical and biological statistics]. Moscow: Praktika Publ., 1998, 459 p. (In Russ.)
4. Donskikh I.V. Vliyaniye flora i ego soedineniy na zdorov'ye naseleniya (obzor dannyykh literatury) [Influence of fluorine and its compounds on public health (literature review)]. *Byulleten' VSNTs SO RAMN*, 2013, no. 3 (91), part 2, pp. 179–185. (In Russ.)
5. Zaitseva N.V. Gigienicheskie aspekty narusheniya zdorov'ya detei pri vozddeystvii khimicheskikh faktorov sredi obitaniya [Hygienic aspects of children's health disorders under the influence of chemical factors of the environment]. Perm: Knizhnyi format Publ., 2011, 489 p. (In Russ.)
6. Zaitseva N.V., Zemlyanova M.A., Stepankov M.S., Ignatova A.M. Nauchnoe prognozirovaniye toksichnosti i otsenka potentsial'noi opasnosti nanochastits oksida magniya dlya zdorov'ya cheloveka [Scientific prediction of toxicity and assessment of potential public health hazards of magnesium oxide nanoparticles]. *Ekologiya cheloveka*, 2019, no. 2, pp. 39–44. (In Russ.)
7. Kol'dibekova Yu.V., Zemlyanova M.A., Ignatova A.M., Tikhonova I.V., Markovich N.I., Chetverkina K.V., Ukhayov V.M. Otsenka riska narusheniy sostoyaniya zdorov'ya u detei, prozhivayushchikh v zone vliyaniya proizvodstva metallurgicheskogo glinozema [Risk assessment of health disorders in children living in the influence zone of metallurgical alumina production]. *Gigiena i sanitariya*, 2019, vol. 98, no. 2, pp. 135–141. (In Russ.)
8. Kurenkova G.V. Pyl' kak vrednyi faktor proizvodstvennoi sredi [Dust as a harmful factor of the production environment]. Irkutsk: IGMU Publ., 2015, 88 p. (In Russ.)
9. Mamyrbaev A.A. Toksikologiya khroma i ego soedineniy [Toxicology of chromium and its compounds]. Aktobe, 2012, 284 p. (In Russ.)
10. O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya v Rossiiskoi Federatsii v 2017 godu: Gosudarstvennyi doklad [On the state of sanitary and epidemiological wellbeing of the population in the Russian Federation in 2017: State report]. Moscow: Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebitel' i blagopoluchiya cheloveka Publ., 2018, 268 p. (In Russ.)
11. Perspektivy razvitiya tsvetnoi metallurgii v Rossii [Prospects of development of non-ferrous metallurgy in Russia]. Available at: <http://infoline.spb.ru/pdf/cmi/02.2007.pdf> (accessed: 16.01.2018). (In Russ.)
12. Porada N.E. Zabolevaemost' organov dykhaniya u detei zavodskogo raiona g. Minska [Respiratory morbidity in children of Zavodsky district of Minsk]. *Ekologicheskii vestnik*, 2015, no. 2 (32), pp. 53–57. (In Russ.)
13. Prosviryakova I.A., Shevchuk L.M. Gigienicheskaya otsenka soderzhaniya tverdykh chastits RM10 i RM2.5 v atmosfernom vozdukh i riska dlya zdorov'ya zhitelei v zone vliyaniya vybrosov statsionarnykh istochnikov promyshlennykh predpriyatii [Hygienic assessment of particulate matter PM10 and PM2.5 in atmospheric air and health risks of inhabitants in the influence zone of emissions of stationary sources of industrial enterprises]. *Analiz riska zdorov'yu*, 2018, no. 2, pp. 14–23. (In Russ.)
14. Setko A.G., Ochneva G.I., Setko I.M. Faktory, formiruyushchie zdorov'ye detskogo naseleniya, prozhivayushchego na urbanizirovannykh territoriyakh, i otsenka riska ikh vozddeystviya [Factors shaping the health of children living in urban areas and risk assessment of their impact]. *Vestnik OGU*, 2005, no. 5, pp. 104–106. (In Russ.)
15. Fletcher R., Fletcher S., Vagner E. Klinicheskaya epidemiologiya. Osnovy dokazatel'noi meditsiny [Clinical epidemiology. Fundamentals of evidence-based medicine]. Moscow: Media Sfera Publ., 1998, 352 p. (In Russ.)
16. Addendum to the toxicological profile for formaldehyde // Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta: U.S. Department of health and human services, 2010, 142 p.
17. Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide: Summary of risk assessment. WHO/SDE/PHE/OEH/06.02, 2005. Available at: <http://apps.who.int/iris/handle/10665/69477> (accessed: 20.05.2018).
18. Frick R., Müller-Edenborn B., Schlicker A., Rothen-Rutishauser B. Comparison of manganese oxide nanoparticles and manganese sulfate with regard to oxidative stress, uptake and apoptosis in alveolar epithelial cells. *Toxicol Lett*, 2011, no. 205, pp. 163–172. DOI: 10.1016/j.toxlet.2011.05.1037
19. Health risk assessment of air pollution. General principles, 2016. Available at: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2016/health-risk-assessment-of-air-pollution.-general-principles-2016> (accessed: 29.05.2019).
20. Hussan Saber M. The interaction of manganese nanoparticles with pc-12 cells induces dopamine depletion. *Toxicol. Science*, 2006, vol. 92, no. 2, pp. 456–463.
21. Stefanescu D., Khoshnan A., Patterson P., Hering J. Neurotoxicity of manganese oxide nanomaterials. *Nanoparticle Research*, 2009, no. 11 (8), pp. 1957–1969.
22. Toxicological profile for fluorides, hydrogen fluoride, and fluorine manganese. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). U.S. Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services, 2003, Atlanta, GA, 404 p.
23. Toxicological profile for manganese. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). U.S. Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services, 2012, Atlanta, GA, 556 p.

Контактная информация:

Землянова Марина Александровна, доктор медицинских наук, профессор, заведующая отделом биохимических и цитогенетических методов диагностики ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора
e-mail: zem@fcrisk.ru

Contact information:

Zemlyanova Marina, Doctor of Medical Science, Professor, Head for the Department of Biochemical and Cytogenetic Methods of Diagnostics of the Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies of Rosпотребнадзор
e-mail: zem@fcrisk.ru

