

населения», проф. каф. экологии человека и безопасности жизнедеятельности Пермского государственного национального исследовательского ун-та, д-р. мед. наук, доц. E-mail: [ustinova@fcrisk.ru](mailto:ustinova@fcrisk.ru).

*Землянова Марина Александровна (Zemlyanova M.A.),*

зав. отд. биохимических и цитогенетических методов диагностики ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», проф. каф. экологии человека и безопасности жизнедеятельности Пермского государственного национального исследовательского ун-та, д-р мед. наук. E-mail: [zem@fcrisk.ru](mailto:zem@fcrisk.ru).

*Жданова-Заплевичко Инга Геннадьевна (Zhdanova-Zaplevichko I.G.),*

нач. отд. организации и обеспечения деятельности Управления Роспотребнадзора по Иркутской обл., канд. мед. наук.

*Лужецкий Константин Петрович (Luzhetskiy K.P.),*

зав. клиникой профпатологии и мед. труда ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления ри-

сками здоровью населения», доц. каф. экологии человека и безопасности жизнедеятельности Пермского государственного национального исследовательского ун-та, канд. мед. наук. E-mail: [nemo@fcrisk.ru](mailto:nemo@fcrisk.ru).

*Маклакова Ольга Анатольевна (Maklakova O.A.),*

зав. конс.-поликлинич. отд. ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», доц. каф. экологии человека и безопасности жизнедеятельности Пермского государственного национального исследовательского ун-та, канд. мед. наук. E-mail: [Maklakova@fcrisk.ru](mailto:Maklakova@fcrisk.ru).

*Клейн Светлана Владиславовна (Kleyn S.V.),*

зав. отд. социально-гигиенического мониторинга ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», доц. каф. экологии человека и безопасности жизнедеятельности Пермского государственного национального исследовательского ун-та, канд. мед. наук. E-mail: [Kleyn@fcrisk.ru](mailto:Kleyn@fcrisk.ru).

УДК 614.7:616.24

Лужецкий К.П.<sup>1,2</sup>, Зайцева Н.В.<sup>1,2</sup>, Устинова О.Ю.<sup>1,2</sup>, Цинкер М.Ю.<sup>1</sup>, Вандышева А.Ю.<sup>1</sup>, Валина С.А.<sup>1</sup>, Вековшинина С.А.<sup>1</sup>

## СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО В РАЙОНЕ ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА, В УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКОЙ НИЗКОУРОВНЕВОЙ АЭРОГЕННОЙ ЭКСПОЗИЦИИ МЕТАЛЛАМИ

<sup>1</sup> ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 82, ул. Монастырская, Пермь, Россия, 614045

<sup>2</sup> ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», 15, ул. Букирева, Пермь, Россия, 614990

Выполнены санитарно-гигиенический анализ качества окружающей среды и оценка риска в районе влияния крупного промышленного узла, в выбросах предприятий которого присутствовали свинец, марганец, никель, кадмий и хром. Установлено, что уровень загрязнения атмосферного воздуха на селитебных территориях исследуемыми металлами не превышает гигиенических нормативов. Вместе с тем, хронический неканцерогенный риск для нервной (НП 4,9) и эндокринной (НП 1,1) систем характеризовался как неприемлемый. У 183 детей, проживающих в условиях хронической низкоуровневой аэрогенной экспозиции металлами, среднее содержание в крови марганца, никеля и хрома в 1,5–9,4 раза превышало референтные уровни, и в 1,3–2,2 раза — показатели группы сравнения ( $p < 0,05$ ). У детей с повышенной концентрацией в крови свинца, марганца, никеля, кадмия и хрома заболевания эндокринной (18,3%) и нервной системы (16,9%) выявлялись в 1,7–1,8 раза чаще, а нарушения физического развития — в 1,2–1,6 раза чаще, чем в группе сравнения ( $p < 0,05$ ). Относительный риск развития массо-ростовых нарушений (E44-E46, E34.3) был в 3,05–3,5 раза выше, чем в группе сравнения (OR=3,05; DI=1,05–9,5;  $p=0,05$ ; OR=3,75; DI=1,07–17,4;  $p=0,05$ ). Установлена вероятностная, статистически достоверная причинно-следственная связь повышенного содержания в крови свинца и хрома с нарушением физического развития (E44–46); повышенного содержания никеля и кадмия в крови с вероятностью развития низкорослости (E34.3) ( $p < 0,001$ ).

**Ключевые слова:** низкоуровневое ингаляционное воздействие металлов; свинец; марганец; кадмий, никель; хром; патология нервной и эндокринной системы; нарушения физического развития

Luzhetskiy K.P.<sup>1,2</sup>, Zaitseva N.V.<sup>1,2</sup>, Ustinova O.Yu.<sup>1,2</sup>, Tsinker M.Yu.<sup>1</sup>, Vandysheva A.Yu.<sup>1</sup>, Valina S.L.<sup>1</sup>, Vekovshinina S.A.<sup>1</sup> **Health state of population residing near industrial center, with chronic low-level airborne exposure to metals**  
<sup>1</sup>Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, 82 Monastyrskaya Str., Perm, Russia, 614045

<sup>2</sup>Perm State National Research University, 15 Bukireva Str., Perm, Russia, 614990

Sanitary hygienic analysis of environment and risk evaluation were performed in area under influence of major industrial agglomeration with enterprises releasing lead, manganese, nickel, cadmium and chromium. Findings are that ambient air pollution on the populated area with the studied metals does not exceed the hygienic norms. With that, chronic noncarcinogenic risk for nervous (HI 4,9) and endocrine (HI 1,1) systems was unacceptable. Total of 183 children residing under chronic low-level airborne exposure to metals appeared to have average serum levels of manganese, nickel and chromium 1,5–9,4 times exceeding the reference levels, and 1,3–2,2 times over the reference group values ( $p < 0,05$ ). The children with higher serum levels of lead, manganese, nickel, cadmium and chromium appeared to have 1,7–1,8 times higher occurrence of endocrine (18,3%) and nervous (16,9%) diseases, physical development disorders — 1,2–1,6 times more frequently, vs. in the reference group ( $p < 0,05$ ). Relative risk of weight-height disorders (E44-E46, E34.3) was 3,05–3,5 times more than in the reference group (OR = 0,05; DI = 1,05–9,5;  $p = 0,05$ ; OR = 3,75; DI = 1,07–17,4;  $p = 0,05$ ). The study established probable, statistically significant cause-effect relationship between increased serum level of lead, chromium with physical development disorders (E44–46), between serum levels of nickel, cadmium and probable development of dwarfism (E34.3) ( $p < 0,001$ ).

**Key words:** low-level inhalation exposure to metals; lead; manganese; cadmium; nickel; chromium; diseases of nervous and endocrine system; physical development disorders

**Актуальность.** Цель государственной политики Российской Федерации в сфере обеспечения экологической безопасности состоит в предотвращении негативных изменений окружающей среды, обусловленных хозяйственной и иной деятельностью [1,9,10]. Одними из наиболее значимых факторов окружающей среды, представляющих серьезную угрозу для здоровья населения, являются металлы, формирующие техногенное загрязнение атмосферного воздуха селитебных территорий [4].

По данным Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга (ФИФ СГМ) в 2015 г. в РФ доля проб с ненормативным содержанием тяжелых металлов в воздухе (0,02%–0,63%) и почве (0,49%–1,51%) была достаточно низкой. На отдельных территориях страны доля проб, в которых превышены гигиенические нормативы содержания свинца в атмосферном воздухе, достигала высоких значений: в Красноярском крае — 19,01% проб, в Республике Бурятия — 10,34%, в Сахаинской области — 9,09%. Высокое содержание металлов в почве выявлено в Республике Северная Осетия-Алания (свинец — 39,11% проб почв, кадмий — 37,99%) и Приморском крае (свинец — 26,37%), где доля нестандартных проб превышала среднероссийский уровень (свинец — 1,51%, кадмий — 0,49%) в 25,9–77,5 раза.

По данным литературы такие химические соединения, как свинец, марганец, никель, кадмий, хром и др., оказывают выраженное негативное влияние на обменные процессы и костный метаболизм, являются причиной формирования заболеваний нервной и эндокринной системы, вызывают нарушения физического развития у детей [3,4,12]. Большинство тяжелых металлов способны оказывать негативное влияние на тиреоидный обмен и формирование патологии щитовидной железы [8,11]. При этом дети являются наиболее уязвимой группой для развития экообусловленных заболеваний и нарушений физического развития [1,5,6].

Получены результаты об изменениях в соматическом и нейроэндокринном статусе человека под влиянием

металлов, превышающих гигиенические нормативы в среде обитания [7]. Вместе с тем данных, посвященных изучению хронического низкоуровневого воздействия металлов техногенного происхождения на показатели здоровья экспонированного населения, недостаточно.

**Цель исследования:** провести оценку здоровья населения, проживающего в районе влияния крупного промышленного узла, в условиях хронической низкоуровневой аэрогенной экспозиции металлами (свинцом, марганцем, никелем, кадмием и хромом).

**Материалы и методы.** В качестве территории исследования был выбран один из районов крупного промышленного центра с численностью населения более 1 млн человек. По данным территориального центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды район ежегодно признается одним из самых загрязненных районов города по показателю качества атмосферного воздуха. На территории района расположено 16 предприятий химической и машиностроительной промышленности, которые выбрасывают в атмосферный воздух более 215 загрязняющих веществ.

По данным формы государственной статистической отчетности «2-тп воздух» в 2014 г. валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух от источников района составил 1079,2 тонны. Основную массовую долю (82,7%) в выбросах предприятий района составляют вещества 3 класса опасности (1 класса опасности — 0,004%, 2 класса — 0,53%). В структуре выбросов района преобладают диоксид азота (70,7%), оксид углерода (15,7%) и оксиды азота (11,5%).

Долевой вклад района в валовый выброс кадмия в целом по городу составляет более 12,5%, хрома — 25,3%, свинца — 13,3%, никеля — 48,4%, марганца — более 20,2%. На территории района в зоне влияния источников загрязнения атмосферы, в составе выбросов которых присутствуют свинец, марганец, никель, кадмий и хром, проживает более 131 тыс. человек.

Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха выполнена с учетом требований действующей

ших нормативно-методических документов: СанПиН 2.1.6.1032-01 «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест», ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест», ГН 2.1.6.2309-07 «Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест». Для гигиенической оценки использовались данные натурных наблюдений за качеством атмосферного воздуха, предоставленные Пермским ЦГМС — филиалом ФГБУ «Уральское УГМС», за период 2011–2014 гг., а также данные собственных натурных исследований.

Группу наблюдения составили 183 человека (97 мальчиков и 86 девочек) в возрасте 4–12 лет ( $7,3 \pm 3,2$  лет; группа наблюдения), проживавшие в условиях хронической низкоуровневой экспозиции металлами (свинец, марганец, никель, хром, кадмий), поступающими с атмосферным воздухом. В группу сравнения вошли 46 детей (24 мальчика и 22 девочки;  $7,6 \pm 3,3$  лет), проживавших в условиях санитарно-гигиенического благополучия с отсутствием длительной полиметаллической нагрузки. Сравнимые группы были равноценны по йодному обеспечению и имели легкую степень тяжести йодного дефицита; медиана йодурии в группе наблюдения составляла  $76,3 \pm 12,1$  мкг/л, в группе сравнения —  $81,5 \pm 9,4$  мкг/л ( $p=0,73$ ). Группы исследования были сопоставимы по возрасту, гендерному и этническому составу, сопутствующей патологии, социально-экономическому уровню семьи. Качество и рацион питания обследованных детей соответствовали возрастным нормативам и не имели достоверных отличий.

Химико-аналитическое исследование содержания марганца, кадмия, никеля, свинца, хрома в пробах крови выполнено методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ISP-MS) на масс-спектрометре Agilent 7500cx («Agilent Technologies Inc.», США) в соответствии с методическими указаниями МУК 4.1.3161-14 и СТО М 12-2013.

Углубленные клинико-лабораторное и функциональное обследования включали: медико-социальное анкетирование, изучение качественного и количественного рациона питания; анализ амбулаторных карт развития (форма № 112/у) и результатов осмотра врачами-специалистами (педиатр, эндокринолог, невропатолог); оценку физического развития по стандартной методике [2]; ультразвуковое сканирование щитовидной железы по стандартной методике на аппарате «Toshiba Aplio XG» (Япония) с использованием линейного мультимодального датчика. Рентгенологическое исследование кистей проведено на рентгеновском аппарате ТМХР+ (Франция) по стандартной методике (снимок в прямой проекции обеих кистей и лучезапястных суставов) М.А. Жуковского (1995 г.). Программа исследования была одобрена Этическим комитетом ФБУН «ФНЦ медико-профилактических

технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора (протокол №2, 2016 г.). Для проведения социологических, клинико-функциональных и лабораторных исследований у всех законных представителей обследованных детей было предварительно получено добровольное информированное согласие.

Лабораторная диагностика выполнялась по стандартным методикам в аккредитованной лаборатории с помощью спектрофотометра ПЭ-5300в (Экохим, Россия), биохимического Konelab 20» (ThermoFisher, Финляндия) и иммуноферментного «Infinite F50» (Tecan, Австрия) анализаторов.

Анализ полученной информации осуществлялся статистическими методами (Statistica 6.0) и с помощью специально разработанных программных продуктов, сопряженных с приложениями MS-Office. Показатель тяжести формирования нарушений физического развития оценивался в соответствии со шкалой степени тяжести нарушений здоровья на уровне срединных значений для заболеваний средней тяжести — 0,0032.

**Результаты и их обсуждение.** По данным гигиенической оценки содержание тяжелых металлов (свинца, марганца, никеля, хрома и кадмия) в атмосферном воздухе соответствовало требованиям СанПиН 2.1.6.1032-01 и на контрольной территории, и на территории сравнения. Вместе с тем, в атмосферном воздухе территории исследования концентрации свинца превышали таковые на территории сравнения в 1,5 раза, марганца — в 11,7 раза, никеля — в 3,5 раза, хрома — в 5,4 раза и кадмия — в 1,6 раза. Индексы хронического ингаляционного воздействия металлов, загрязняющих атмосферный воздух территории исследования, составили в отношении эндокринной системы до 1,1 НИ и ЦНС (до 4,9 НИ), что выше допустимого уровня (НИ=1,0)

При анализе обращаемости детского населения исследуемой территории по поводу эндокринных нарушений в медицинские учреждения Пермского края установлено наличие достоверных причинно-следственных связей между изучаемыми факторами риска и возникновением недостаточности питания (OR=5,4; DI=2,9–40,3) и низкорослости (OR=4,2; DI=1,5–11,9), а также задержкой полового созревания (OR=1,1), эндемическим диффузным зобом (OR=3,7) и умеренной белково-энергетической недостаточностью (OR=5,6;  $p \leq 0,001$ ). По полученным показателям отношения рисков вероятность развития у детского населения исследуемого района недостаточности питания в 5,4 раза и низкорослости в 4,1 раза выше по сравнению с детским населением района сравнения. При сохраняющихся условиях воздействия факторов среды обитания, число случаев дополнительно заболевших детей с недостаточностью питания составило 240, с низкорослостью — 187.

Химико-аналитическое исследование выявило, что у детей группы наблюдения содержание в крови свинца ( $0,037 \pm 0,012$  мг/дм<sup>3</sup>), марганца ( $0,013 \pm 0,001$  мг/дм<sup>3</sup>), никеля ( $0,0073 \pm 0,0013$  мг/дм<sup>3</sup>), кадмия

Таблица 1

## Структура выявленной патологии у обследованного населения, %

Заболевания	Группа наблюдения	Группа сравнения	p
Органов пищеварения	28,96	36,74	0,13
Опорно-двигательного аппарата	21,99	23,47	0,75
Эндокринной системы	18,31	10,72	0,05
Нервной системы	16,89	9,2	0,04
Органов дыхания	9,39	9,2	0,95
Системы кровообращения	8,85	2,04	0,02
Мочевыводящей системы	4,03	1,02	0,14
Кожи и подкожной клетчатки	3,76	–	0,05
Всего заболеваний (абс.)	373	98	–

Таблица 2

## Структура эндокринной патологии у обследованного населения, %

Нозология	Группа наблюдения	Группа сравнения	p
Пониженное питание (E44.1, E46)	13,7	6,41	0,05
Низкорослость (E34.3)	7,4	2,18	0,04
Диффузный (эндемический) зоб (E01.0)	6,8	2,2	0,05
Высокорослость (E34.4)	6,7	2,18	0,05
Избыточное питание (E67.8)	2,2	4,35	0,49
Ожирение (E66.0)	1,1	2,18	0,61

Таблица 3

Результаты оценки риска нарушений физического развития у детей (недостаточность питания — E44.1, E46 и низкорослость — E34.3), при различной концентрации (С) металлов в крови, мкг/л (уровень допустимого риска (R) — менее  $1 \times 10^{-04}$ )

Свинец — E44.1, E46		Хром — E44.1, E46		Никель — E34.3		Кадмий — E34.3	
С	R	С	R	С	R	С	R
0,011	$7,00 \times 10^{-05}$	0,003	$9,81 \times 10^{-05}$	0,002	$9,73 \times 10^{-05}$	0,00017	$8,30 \times 10^{-05}$
0,021	$1,05 \times 10^{-04}$	0,004	$1,11 \times 10^{-04}$	0,003	$1,06 \times 10^{-04}$	0,00022	$9,16 \times 10^{-05}$
0,031	$1,57 \times 10^{-04}$	0,005	$1,25 \times 10^{-04}$	0,004	$1,16 \times 10^{-04}$	0,00027	$1,01 \times 10^{-04}$
0,041	$2,33 \times 10^{-04}$	0,006	$1,40 \times 10^{-04}$	0,005	$1,27 \times 10^{-04}$	0,00032	$1,11 \times 10^{-04}$

( $0,00027 \pm 0,001$  мг/дм<sup>3</sup>) и хрома ( $0,0048 \pm 0,0009$  мг/дм<sup>3</sup>) в 1,3–2,2 раза превышало показатели группы сравнения ( $p=0,0001–0,041$ ), кроме того, концентрация марганца (в 1,5 раза), никеля (в 9,4 раза) и хрома (в 4,0 раза) превышала пределы референтных уровней ( $p=0,001–0,003$ )

Анализ структуры выявленной патологии показал, что наиболее часто у обследованных детей обеих групп встречались заболевания желудочно-кишечного тракта, патология опорно-двигательного аппарата, болезни эндокринной и нервной систем. При этом последние два класса болезней имели статистически значимые различия ( $p=0,04–0,05$ ). В среднем на одного ребенка группы наблюдения приходилось по 4,1 нозологических формы, что в 1,96 раза превышало показатель группы сравнения (табл. 1).

Заболевания эндокринной системы в структуре соматической патологии занимали третье ранговое место и выявлялись у 18,3% детей что в 1,7 раза чаще, чем в группе сравнения (10,7%;  $p=0,05$ ). В качестве основных нозологических единиц в группе наблюдения преобладали нарушения массо-ростовых по-

казателей — 21,1% (пониженное питание — 13,7% и низкорослость — 7,4%) и патология щитовидной железы (диффузный эндемический зоб) — 6,8%, которые диагностировались в 2,1–3,4 раза чаще, чем в группе сравнения (2,2%;  $p=0,04–0,05$ ). Нарушения жирового обмена не имели значимых различий с группой сравнения и проявлялись избыточным питанием и ожирением у 2,2% и 1,1% детей, соответственно ( $p=0,49–0,61$ ) (табл. 2).

Оценка структуры нарушений физического развития выявила у 16,5% детей группы наблюдения дефицит массы тела, что в 2,2 раза чаще, чем в группе сравнения (7,2%;  $p=0,05$ ). Относительный риск развития нарушения питания (дефицит массы) и задержки физического развития у детей группы наблюдения в 1,7–4,7 раза превышал показатель в группе сравнения ( $OR=1,7$ ;  $DI=0,7–4,16$ ; и  $OR=4,71$ ;  $DI=1,8–12,27$ ;  $p<0,05$  соответственно).

При рентгенологическом исследовании у 44,5% детей группы наблюдения установлено достоверное отставание костного возраста от паспортного и снижение темпов окостенения относительно группы срав-

нения (17,8% и 27,8%;  $p=0,03-0,05$ ). Методом ультразвуковой денситометрии у 71,4% детей группы наблюдения выявлено снижение минеральной плотности костной ткани относительно возрастного норматива в основном в виде остеопении (46,1% в группе сравнения;  $p=0,05$ ). В группе наблюдения нарушения ультразвуковых характеристик щитовидной железы выявлены у 62,5% обследованных детей, что в 1,7 раза чаще, чем в группе сравнения ( $p=0,001$ ).

У детей, проживающих в условиях хронического аэрогенного воздействия металлов, установлена вероятностная, статистически достоверная причинно-следственная связь заболеваний эндокринной системы и нарушений физического развития (недостаточности питания E44.1, E46) с повышенным содержанием свинца ( $R2=0,37$ ;  $F=481,13$ ) и хрома ( $R2=0,54$ ;  $F=785,8$ ) в крови ( $p<0,001$ ). У детей с повышенным содержанием никеля ( $R2=0,42$ ;  $F=578,3$ ) и кадмия ( $R2=0,78$ ;  $F=1905,6$ ;  $p<0,001$ ) в крови, увеличивалась вероятность развития низкорослости (E34.3).

При оценке риска здоровью при уровне маркера экспозиции (концентрация свинца в крови до 0,011 мкг/л, хрома — до 0,003 мкг/л, никеля — до 0,002 мкг/л, кадмия — до 0,00022 мкг/л) риск формирования нарушений физического развития у детей (недостаточность питания — E44.1, E46 и низкорослость — E34.3) в целом по выборке характеризуется как допустимый (менее  $1,0 \times 10^{-4}$ ) (табл. 3).

В то же время, начиная с уровня содержания свинца в крови более 0,021 мкг/л, хрома более 0,004 мкг/л, никеля более 0,003 мкг/л, кадмия более 0,00027 мкг/л, величина риска формирования недостаточности питания и низкорослости может достигать недопустимых значений ( $1,05 \times 10^{-4}$ ,  $1,11 \times 10^{-4}$ ,  $1,06 \times 10^{-4}$  и  $1,01 \times 10^{-4}$  соответственно).

#### Выводы:

1. В условиях хронической низкоуровневой экспозиции металлов (свинец, марганец, никель, хром, кадмий), поступающих с атмосферным воздухом в концентрациях ниже ПДК, суммарные индексы опасности превышали допустимые значения для эндокринной (до 1,1 ТН) и нервной (до 4,9 ТН) систем. Среднее содержание в крови детей марганца, никеля и хрома в 1,5–9,4 раза превышало референтные уровни, и в 1,3–2,2 раза — показатели группы сравнения ( $p<0,05$ ).

2. У экспонированного металлдами детского населения заболевания эндокринной и нервной системы в структуре соматической патологии занимали третье и четвертое ранговое место и выявлялись в 1,7–1,8 раза чаще, чем в группе сравнения (16,9–18,3%,  $p=0,04-0,05$ ). У детей с повышенным содержанием в крови свинца, марганца, никеля, хрома и кадмия в 1,2–1,6 раза чаще регистрировались нарушения физического развития.

3. Установлена вероятностная, статистически достоверная причинно-следственная связь повышенного содержания свинца ( $R2=0,37$ ;  $F=481,13$ ) и хрома ( $R2=0,54$ ;  $F=785,8$ ) в крови с нарушением физическо-

го развития (недостаточности питания E44.1, E46); повышенного содержания никеля ( $R2=0,42$ ;  $F=578,3$ ) и кадмия ( $R2=0,78$ ;  $F=1905,6$ ) в крови с вероятностью развития низкорослости (E34.3) ( $p<0,001$ ). Начиная с уровня содержания свинца в крови более 0,021 мкг/л, хрома более 0,004 мкг/л, никеля более 0,003 мкг/л, кадмия более 0,00027 мкг/л, величина риска формирования недостаточности питания и низкорослости может достигать недопустимых значений ( $1,05 \times 10^{-4}$ ,  $1,11 \times 10^{-4}$ ,  $1,06 \times 10^{-4}$  и  $1,01 \times 10^{-4}$  соответственно).

4. В качестве мероприятий по снижению аэрогенной нагрузки соединениями свинца, марганца, никеля, кадмия и хрома администрации города рекомендовано вывести часть предприятий района из жилой застройки. Остальным предприятиям — снизить уровни воздействия на окружающую среду до допустимых пределов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранов А.А., Ильин А.Г. Основные тенденции динамики состояния здоровья детей в Российской Федерации. Пути решения проблем // Вестник РАМН. — 2011. — № 6. — С. 12–18.
2. Баранов А.А., Кучма В.Р., Ямпольская Ю.А. и др. Методы исследования физического развития детей и подростков в популяционном мониторинге: руководство для врачей. — М.: Союз педиатров России, 1999. — 226 с.
3. Бухарова Е.М. Влияние факторов городской среды на физическое развитие и состояние здоровья детей // Здоровье охранение РФ. — 2011. — № 5. — С. 18.
4. Гильденскиольд Р.С., Новиков Ю.В., Хамидулин Р.С., Анискина Р.И., Винокур И.Л. Тяжелые металлы в окружающей среде и их влияние на организм // Гигиена и санитария. — 1992. — № 5(6). — С. 6–9.
5. Корочкина Ю.В., Перекусихин М.В., Васильев В.В., Пантелеев Г.В. Гигиеническая оценка окружающей среды и здоровья детей города Пензы. // Анализ риска здоровью. — 2015. — № 3. — С. 33–39. DOI: 10.21668/health.risk/2015.3.05.
6. Кучма В.Р., Скоблина Н.А. Современные проблемы оценки физического развития детей в системе медицинской профилактики // Вестник РАМН. — 2009. — № 5. — С. 19–21.
7. Ланин Д.В. Анализ корегуляции иммунной и нейроэндокринной систем в условиях воздействия факторов риска // Анализ риска здоровью. — 2013. — № 1. — С. 73–81. DOI: 10.21668/health.risk/2013.3.10.
8. Лужецкий К.П., Корюкина И.П., Устинова О.Ю., Бурдина Л.В., Штина И.Е. Особенности клинико-лабораторного статуса у детей с йоддефицитными заболеваниями, проживающих в условиях комбинированного воздействия природно-техногенных факторов // Фундаментальные исследования. — 2010. — № 2. — С. 65–67.
9. Онищенко Г.Г., Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В., Шур П.З. Анализ риска здоровью в задачах совершенствования санитарно-эпидемиологического надзора в РФ // Анализ риска здоровью. — 2014. — № 2. — С. 4–13. DOI: 10.21668/health.risk/2014.2.01.
10. Стратегия экологической безопасности РФ на период до 2025 г. — 2016. — 18 с.

11. Устинова О.Ю., Зайцева Н.В., Пермяков И.А., Вандышева А.Ю., Верихов Б.В. Влияние марганца на костный метаболизм у детей, проживающих в условиях воздействия химических факторов среды обитания // *Фундаментальные исследования*. — 2011. — № 9. С. 314–317.

12. Шевчук Л.М., Толкачева Н.А., Пшегорода А.Е., Семенов И.П. Гигиеническая оценка влияния на здоровье населения загрязнения атмосферного воздуха с учетом комбинированного действия химических веществ в зоне расположения предприятия химической промышленности // *Анализ риска здоровью*. — 2015. — № 3. — С. 40–46. DOI: 10.21668/health.risk/2015.3.06.

## REFERENCES

1. Baranov A.A., Il'in A.G. Main tendencies of changes in children health state in Russian Federation // *Vestnik RAMN*. — 2011. — 6. — P. 12–18 (in Russian).

2. Baranov A.A., Kuchma V.R., Yampol'skaya Yu.A., et al. Methods to study physical development in children and adolescents in population monitoring. Manual for doctors. — Moscow: Soyuz pediatrov Rossii, 1999. — 226 p. (in Russian).

3. Bukharova E.M. Influence of urban environment factors on physical development and health state of children // *Zdravookhranenie Rossiyskoy Federatsii*. — 2011. — 5. — P. 18 (in Russian).

4. Gil'denskiol'd R.S. Novikov Yu.V., Khamidulin R.S., Aniskina R.I., Vinokur I.L. Heavy metals in environment, and their influence on humans // *Gig. i sanit.* — 1992. — 5 (6). — P. 6–9 (in Russian).

5. Korochkina Yu.V., Perekusikhin M.V., Vasil'ev V.V., Panteleev G.V. Hygienic evaluation of environment and health state of children in Penza city // *Analiz riska zdorov'yu*. — 2015. — 3. — P. 33–39. DOI: 10.21668/health.risk/2015.3.05 (in Russian).

6. Kuchma V.R., Skoblina N.A. Contemporary problems of evaluating physical development in children within medical prophylactic system // *Vestnik RAMN*. — 2009. — 5. — P. 19–21 (in Russian).

7. Lanin D.V. Analysis of coregulation of immune and neuroendocrine systems under exposure to risk factors // *Analiz riska zdorov'yu*. — 2013. — 1. — P. 73–81. DOI: 10.21668/health.risk/2013.3.10 (in Russian).

8. Luzhetskiiy K.P., Koryukina I.P., Ustinova O.Yu., Burdina L.V., Shtina I.E. Features of clinical and laboratory state in children with iodine deficiency diseases, residing under combined exposure to natural and technogenic factors // *Fundamental'nye issledovaniya*. — 2010. — 2. — P. 65–67 (in Russian).

9. Onishchenko G.G., Popova A.Yu., Zaytseva N.V., May I.V., Shur P.Z. Analysis of health risk in goals to improve sanitary epidemiologic surveillance in Russian Federation // *Analiz riska zdorov'yu*. — 2014. — 2. — P. 4–13. DOI: 10.21668/health.risk/2014.2.01 (in Russian).

10. Strategy of ecologic safety of Russian Federation over a period to 2025. 2016; 18 p. (in Russian).

11. Ustinova O.Yu., Zaytseva N.V., Permyakov I.A., Vandysheva A.Yu., Verikhov B.V. Influence of manganese on bone metabolism in children residing under exposure to chemical environmental factors // *Fundamental'nye issledovaniya*. — 2011. — 9. — P. 314–317 (in Russian).

12. Shevchuk L.M., Tolkacheva N.A., Pshegroda A.E., Semenov I.P. Hygienic evaluation of public health changes due to ambient air pollution, with consideration of combined effects of chemicals near chemical enterprise // *Analiz riska zdorov'yu*. — 2015. — 3. — P. 40–46. DOI: 10.21668/health.risk/2015.3.06 (in Russian).

Поступила 21.04.2017

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Лужецкий Константин Петрович (Luzhetskiiy K.P.), зав. клиникой профпат. и мед. труда ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», канд. мед. наук. E-mail: nemo@fcrisk.ru.

Зайцева Нина Владимировна (Zaitseva N.V.), дир. ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», проф. каф. экологии человека и безопасности жизнедеятельности, д-р мед. наук., проф., акад. РАН, засл. деятель науки РФ, E-mail: znv@fcrisk.ru.

Устинова Ольга Юрьевна (Ustinova O.Yu.), зам. дир. по клинич. работе ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», проф. каф. экологии человека и безопасности жизнедеятельности, д-р мед. наук., доц. E-mail: ustinova@fcrisk.ru.

Цинкер Михаил Юрьевич (Tsinker M.Yu.), мл. науч. сотр. ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». E-mail: cinker@fcrisk.ru.

Вандышева Александра Юрьевна (Vandysheva A.Yu.), врач ЛФК «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». E-mail: doctorvau@list.ru.

Валина Светлана Леонидовна (Valina S.L.), зав. отделом гиг. детей и подростков ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». E-mail: doc.valina@yandex.ru.

Вековшинина Светлана Анатольевна (Vekovshinina S.A.), зав. лаб. методов оценки соответствия и потребительских экспертиз «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». E-mail: root@fcrisk.ru.