

© Устинова О.Ю., Валина С.Л., Штина И.Е., Кобякова О.А., Макарова В.Г., 2019

УДК 614.7

## 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

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

*Представлены результаты исследования, проведенного с целью изучения уровня и структуры заболеваемости детей дошкольного возраста, проживающих на территориях в зоне влияния предприятий по производству металлургического глинозема. Получены данные, свидетельствующие о формировании участков селитебной территории, на которых кратность превышения ПДКсс по алюминию, формальдегиду, фтористым соединениям, фенолу, бенз(а)пирену, взвешенным веществам в атмосферном воздухе составляет 1,16–43,6 раза, а в питьевой воде – в 1,25–42,2 раза по алюминию, никелю и марганцу. Установлено, что содержание химических соединений (алюминия, марганца, хрома, никеля, фенола, формальдегида и фторид иона) в биосредах детей групп наблюдения до 4,2 раза превышало показатели детей группы сравнения. Заболеваемость болезнями органов дыхания, болезнями крови, кроветворных органов и нарушениями, вовлекающими иммунный механизм, болезнями пищеварительной, костно-мышечной и нервной систем у детей, проживающих в зоне техногенного влияния, до 8,0 раз превышала аналогичные показатели детей, проживающих на территории относительного санитарного благополучия. Доказана зависимость частоты регистрации выявленной патологии от концентрации в биосредах химических веществ (алюминия, меди, марганца, хрома, никеля, фенола, формальдегида и фторид-иона), тропных к органам дыхательной, пищеварительной, нервной и костно-мышечной систем.*

**Ключевые слова:** производство глинозема, объекты окружающей среды, детское население, заболеваемость.

*O.Yu. Ustinova, S.L. Valina, I.E. Shtina, O.A. Kobyakova, V.G. Makarova* □ **FEATURES OF CHILDREN'S MORBIDITY LIVING IN AREA OF INFLUENCE ENTERPRISES FOR ALUMINA PRODUCTION** □ Federal Scientific Center of Medical and Preventive Technology for Risk Management of Public Health, 82 Monastyrskaya Str., Perm, 614045, Russia.

*The article presents the study results conducted to study the level and structure of children morbidity of preschool age living in the territories in zone of influence enterprises for metallurgical alumina production. We obtained data indicating the formation of residential areas where the multiplicity exceeding of MPCad on aluminum, formaldehyde, fluoride compounds, phenol, benzo (a) pyrene, suspended matter in atmospheric air is 1.16-43.6 times and on aluminum, nickel and manganese in drinking water is 1.25-42.2 times. We found that the content of chemical compounds (aluminum, manganese, chromium, nickel, phenol, formaldehyde, and ion fluoride) in the biological media of children of the observation groups was up to 4.2 times higher than those of the children of the comparison group. The morbidity of respiratory diseases, diseases of the blood, hematopoietic organs and disorders involving the immune mechanism, diseases of digestive, musculoskeletal and nervous systems in children living in the area of anthropogenic influences, up to 8.0 times higher than those of children living in the territory in the absence of enterprises influence. We proved the dependence of the registration frequency of the revealed pathology on the concentration in biomedica of chemicals (aluminum, copper, manganese, chromium, nickel, phenol, formaldehyde and ion fluoride), tropic to the organs of the respiratory, digestive, nervous and musculoskeletal systems.*

**Key words:** alumina production, environmental objects, children population, morbidity.

Сохранение и улучшение здоровья детского населения является важнейшей государственной задачей. При этом обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия среды обитания детей представляет одну из основных составляющих в ее решении [1, 7, 8]. Среди различных групп факторов, влияющих на состояние здоровья населения, одно из ведущих мест принадлежит химической нагрузке (санитарно-гигиенические факторы), определяющей качество атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы [7, 9, 16]. По результатам социально-гигиенического мониторинга, в 2017 году 93,6 млн человек в 53 субъектах Российской Федерации (63,8 % населения) проживали в неблагоприятных санитарно-гигиенических условиях среды обитания [7, 15].

Металлургическое производство находится на втором месте среди отраслей промышленности по вкладу в загрязнение объектов среды обитания. Именно загрязнение атмосферы является главной причиной экологических проблем, возникающих в результате деятельности металлургических гигантов [4, 13]. Красноярский край является одним из крупнейших регионов Российской Федерации, динамика его экономического развития оказывает существенное влияние на формирование общероссийских показателей. Доминирующая позиция в промышленном производстве и в экономике края принадлежит металлургическому производству и производству готовых металлических изделий, удельный вес которых в структуре промышленного комплекса составляет 39,2 % [2, 14].

Анализ распределения доли нестандартных проб в разрезе контролируемых в атмосферном воздухе загрязняющих химических веществ показал, что в Красноярском крае лидирующими по величине регистрируемого несоответствия гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям безопасности (до 19,0 %) в 2017 году являлись: азота диоксид, бенз(а)пирен, взвешенные частицы размером 10 и 2,5 мкм (PM 10, PM 2,5), дигидросульфид, медь (II) оксид, никель оксид, свинец и его соединения, фториды неорганические хорошо растворимые, формальдегид, обладающие поли-тропным действием [9, 12]. Постоянное и многокомпонентное загрязнение атмосферного воздуха поселений, питьевых вод, почв сельских территорий вносит основной вклад в дополнительную заболеваемость населения [3, 7, 17]. По данным Государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Красноярском крае в 2017 году», заболеваемость в регионе выше средней заболеваемости в целом по Российской Федерации. В 2016 году отмечен достоверный рост уровня заболеваемости детей по 6 классам болезней: болезням органов дыхания и пищеварения, болезням нервной системы, крови и кроветворных органов, болезням системы кровообращения, глаза и его придаточного аппарата. Уровень заболеваемости бронхиальной астмой вырос среди детского населения с 1,6 до 1,7 случая на 1 000 человек. На территории Красноярского края в зоне воздействия выбросов предприятий алюминиевого производства уровень заболеваемости болезнями органов дыхания, пищеварения среди детского населения превысил средний показатель по краю в 1,4 раза [8]. Снижение негативного влияния факторов риска среды обитания на здоровье детей является актуальной задачей, для решения которой необходимо изучение заболеваемости детского населения и роли факторов, формируемых деятельностью предприятий алюминиевого профиля [10, 11, 16].

**Цель исследования** – изучить уровень и структуру заболеваемости детей дошкольного возраста, проживающих в зоне влияния предприятия по производству металлургического глинозема.

**Материалы и методы.** Объект исследования – среда обитания (пробы атмосферного воздуха, питьевой воды), данные первичной медицинской документации и клинического обследования детского населения.

По данным мониторинговых наблюдений и натурных исследований специалистами территориального ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» выполнена гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха, питьевой воды изучаемых территорий (2014–2016 гг.).

Для объективной оценки влияния внешне-средовых факторов на уровень заболеваемости детей было проведено обследование 274 детей в возрасте 4–7 лет. В группу наблюдения 1 бы-

ли включены дети (130 человек, в том числе 73 мальчика и 57 девочек), проживающие в непосредственной близости от глиноземного завода (от 2,6 до 6,5 км). Группу наблюдения 2 составили 93 ребенка (45 мальчиков и 48 девочек), проживающих на расстоянии 6,5–11,5 км от глиноземного завода. В группу сравнения были включены дети, проживающие на территории относительного санитарно-гигиенического благополучия (51 ребенок, из них 22 мальчика и 29 девочек). Все дети с рождения проживали и посещали детские образовательные учреждения на территориях исследования. Группы были сопоставимы по возрастному, гендерному признакам и не отличались по социально-экономическим факторам риска здоровьем ( $p = 0,12–0,26$ ). Химиико-аналитическое исследование биосред на содержание загрязняющих веществ (в крови – алюминий, марганец, хром, медь, никель, фенол, формальдегид; в моче – алюминий, фторид-ион) осуществляли в соответствии с действующими методическими указаниями. Все проведенные исследования выполнены с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинкской Декларации (1975 г. с доп. 1983 г.), и Национальным стандартом РФ ГОСТ Р 52379–2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP).

Моделирование зависимости «концентрация в биосредах химических веществ – частота регистрации различных нозологических форм» выполнялось методом корреляционно-регрессионного анализа с проверкой статистических гипотез относительно параметров модели. Статистическая обработка результатов социологических исследований была выполнена путем расчета и сравнения среднеарифметических значений, определения частотных и структурных характеристик. Для оценки достоверности различий полученных данных использовался критерий Стьюдента, различия полученных результатов являлись статистически значимыми при  $p \leq 0,05$ . Статистическая и математическая обработка данных выполнены в отделе математического моделирования систем и процессов ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» [5, 6].

**Результаты исследования.** При исследовании атмосферного воздуха территории проживания детского населения группы наблюдения 1 установлено превышение гигиенических нормативов по алюминию – до 1,16 ПДКсс, по взвешенным веществам – до 43,6 ПДКсс, по фтористым соединениям – до 5,48 ПДКсс, по формальдегиду – до 5,1 ПДКсс, по фенолу – до 7,0 ПДКсс, по бенз(а)пирену – до 8,0 ПДКсс.

В атмосферном воздухе территории проживания детского населения группы наблюдения 2 выявлено превышение среднесуточных ПДК: по фтористым соединениям – до 8,25 ПДКсс, по взвешенным веществам – до 32,4 ПДКсс, по формальдегиду – до 20,8 ПДКсс, по бенз(а)пирену – до 42,0 ПДКсс.

В атмосферном воздухе территории сравнения превышения ПДКсс были незначительными: по взвешенным частицам – до 4,12 ПДКсс, по формальдегиду – до 3,05 ПДКсс, по фенолу (гидроксibenзол) – до 7,0 ПДКсс.

При гигиенической оценке качества подземной питьевой воды на территории наблюдения 1 выявлено несоответствие гигиеническим нормативам концентрации марганца (до 42,2 ПДК), никеля (до 2,95 ПДК). На территории наблюдения 2 отмечено превышение ПДК в питьевой воде по содержанию алюминия (до 1,25 ПДК) и марганца (до 6,3 ПДК). На территории сравнения наблюдалось превышение гигиенических нормативов по содержанию в питьевой воде лишь гидроксibenзола (фенола) до 1,1 ПДК.

Результаты исследования биосред детей группы наблюдения 1 показали статистически достоверные различия с группой сравнения по среднему содержанию в крови алюминия ( $0,0372 \pm 0,0071$  мг/дм<sup>3</sup> против  $0,0217 \pm 0,006$  мг/дм<sup>3</sup>), меди ( $0,858 \pm 0,025$  мг/дм<sup>3</sup> против  $0,735 \pm 0,070$  мг/дм<sup>3</sup>), никеля ( $0,0039 \pm 0,0005$  мг/дм<sup>3</sup> против  $0,0021 \pm 0,0007$  мг/дм<sup>3</sup>), хрома ( $0,0040 \pm 0,0003$  мг/дм<sup>3</sup> против  $0,0035 \pm 0,0002$  мг/дм<sup>3</sup>) с кратностью превышения 1,2–1,9 раза ( $p = 0,001–0,045$ ). При этом средние концентрации никеля и хрома в крови ( $RL = 0,001$  мг/дм<sup>3</sup>) (табл.). Доля проб крови с повышенным содержанием данных металлов составила от 32,0 % (по алюминию) до 65,3 % (по фенолу) от общего количества исследованных проб. У детей группы наблюдения 1 зарегистрировано повышенное относительно показателей группы сравнения содержание марганца в 32,0 % проб крови.

В группе наблюдения 1 средняя концентрация алюминия в моче детей ( $0,027 \pm 0,005$  мг/дм<sup>3</sup>) в 4,2 раза превысила аналогичные показатели у детей группы сравнения ( $0,0064 \pm 0,0016$  мг/дм<sup>3</sup>,  $p = 0,0001$ ) и референтные значения (RfL алюминия в моче  $0,0065 \pm 0,0035$  мг/дм<sup>3</sup>,  $p = 0,0001$ ). Средняя концентрация фторид-иона в группе наблюдения 1 в 1,6 раза превышала показатель группы сравнения ( $0,588 \pm 0,077$  мг/дм<sup>3</sup> против  $0,373 \pm 0,078$  мг/дм<sup>3</sup>,  $p = 0,0001$ ) и в 3,0 раза референтный уровень ( $0,2$  мг/дм<sup>3</sup>,  $p = 0,0001$ ). Относительная частота регистрации проб мочи с повышенным уровнем алюминия составила 67,2 %, фторид-иона – 62,8 % (табл.).

Анализ результатов исследования биосред детей группы наблюдения 2 не выявил достоверных различий между средними значениями хрома, никеля, алюминия, меди и фенола в крови и аналогичными показателями группы сравнения. Относительная частота регистрации проб крови в группе наблюдения 2 с повышенным содержанием никеля относительно показателя группы сравнения составила 12,1 %, марганца – 17,6 %, алюминия – 19,8 %, хрома – 28,6 %, формальдегида – 30,3 % и меди 39,6 %

от общего количества исследованных проб. Выявлено превышение физиологического предела хрома и никеля в крови ( $RL = 0,001$  мг/дм<sup>3</sup>) в 2,3–3,3 раза.

Средняя концентрация алюминия и фторид-иона в моче детей превысила аналогичные показатели у детей группы сравнения в 4,4 раза ( $0,028 \pm 0,009$  мг/дм<sup>3</sup> и  $0,0064 \pm 0,0016$  мг/дм<sup>3</sup>,  $p = 0,0001$ ) и 1,5 раза ( $0,541 \pm 0,065$  мг/дм<sup>3</sup> и  $0,373 \pm 0,078$  мг/дм<sup>3</sup>,  $p = 0,0001$ ) соответственно; референтные значения (RfL алюминия в моче  $0,0065 \pm 0,0035$  мг/дм<sup>3</sup>, фторид-иона в моче  $0,2$  мг/дм<sup>3</sup>) – в 4,4 и 2,7 раза соответственно (табл.). Относительная частота регистрации проб мочи с повышенным уровнем алюминия составила 34,4 %, фторид-иона – 52,7 %.

Установлено, что у детей группы наблюдения 1 в крови достоверно повышено содержание алюминия, марганца, меди, никеля, хрома относительно аналогичных показателей детей группы наблюдения 2 (кратность превышения 1,2–1,9,  $p = 0,0001–0,013$ ) (табл.). Доля проб крови детей группы наблюдения 1 с повышенным содержанием алюминия составила 39,2 %, меди – 68,3 % от общего количества исследованных проб.

Сопоставительный анализ результатов клинического обследования детей показал, что в структуре классов болезней у детей, проживающих на территории санитарно-гигиенического неблагополучия, приоритетное место занимали болезни органов дыхания, второе место принадлежало патологии органов пищеварения, третье место – болезням костно-мышечной системы, на четвертом месте – болезни нервной системы, на пятом – болезни системы кровообращения. У детей, проживающих на территории сравнения, ведущее место принадлежало болезням органов пищеварения, на втором месте регистрировались болезни эндокринной системы, третье, четвертое и пятое места соответственно принадлежали болезням органов дыхания, системы кровообращения и нервной системы. Болезни крови, кроветворных органов и нарушения, вовлекающие иммунный механизм, во всех трех группах занимали 6 место.

Сравнительная оценка результатов клинического обследования детей показала, что болезни органов дыхания (МКБ10: J06, J20, J30.1, J30.3, J31.0, J31.2, J32.9, J35.0, J35.1, J44, J45.8) диагностированы в обеих группах наблюдения практически с равной частотой (94,6 % – группа наблюдения 1 и 91,4 % – группа наблюдения 2,  $p = 0,24$ ), в группе сравнения встречались лишь у каждого второго ребенка (52,9 %), что в 1,7–1,8 раза ниже, чем в группах наблюдения ( $p \leq 0,01$ ). Установлена зависимость частоты выявления у детей заболеваний верхних дыхательных путей от концентрации в крови фенола ( $R^2 = 0,68$ ;  $p \leq 0,001$ ), меди ( $R^2 = 0,48$ ;  $p \leq 0,001$ ), хрома ( $R^2 = 0,28$ ;  $p \leq 0,001$ ), формальдегида ( $R^2 = 0,28$ ;  $p \leq 0,001$ ).

**Таблица. Сравнительный анализ содержания химических соединений в биосредах детей группы наблюдения 1, группы наблюдения 2 и группы сравнения, мг/дм<sup>3</sup>**

**Table. Comparative analysis of chemical compounds content in biological media of children of the observation group 1, the observation group 2 and the comparison group, mg/dm<sup>3</sup>**

Показатель	Группа наблюдения 1	Группа наблюдения 2	Группа сравнения	p *	p **
Алюминий [кровь]	0,0372 ± 0,0071	0,0197 ± 0,0049	0,0217 ± 0,006	0,002	0,594
Марганец [кровь]	0,012 ± 0,001	0,0095 ± 0,001	0,010 ± 0,001	0,767	0,0001
Хром [кровь]	0,0040 ± 0,0003	0,0033 ± 0,0003	0,0035 ± 0,0002	0,04	0,347
Медь [кровь]	0,858 ± 0,025	0,791 ± 0,019	0,735 ± 0,070	0,002	0,13
Никель [кровь]	0,0039 ± 0,0005	0,0023 ± 0,0004	0,0021 ± 0,0007	0,003	0,255
Фенол [кровь]	0,062 ± 0,025	0,023 ± 0,008	0,029 ± 0,004	0,016	0,187
Формальдегид [кровь]	0,053 ± 0,004	0,056 ± 0,009	0,040 ± 0,007	0,045	0,041
Бенз(а)пирен	0,01 ± 0,0	0,01 ± 0,0	0,01 ± 0,0	0,9	0,9
Алюминий [моча]	0,027 ± 0,005	0,028 ± 0,009	0,0064 ± 0,0016	0,0001	0,0001
Фторид-ион [моча]	0,588 ± 0,077	0,541 ± 0,065	0,373 ± 0,078	0,0001	0,002

\* – достоверность различий между показателями группы наблюдения 1 и группой сравнения.  
 \*\* – достоверность различий между показателями группы наблюдения 2 и группой сравнения.  
 \* – significance of differences between the indicators of the observation group 1 and the comparison group.  
 \*\* – significance of differences between the indicators of the observation group 2 and the comparison group

Сравнительный анализ структуры заболеваемости болезнями органов дыхания показал, что в группе наблюдения 1 и 2 доминирующим вариантом патологии являлись заболевания, в этиопатогенезе которых значимую роль играют механизмы аллергического воспаления (МКБ10: J30.3, J39.3, J45.0), диагностированные у 40,0 и 40,9 % детей соответственно ( $p = 0,88$ ), что в 2,0–2,1 раза превышало показатель группы сравнения (19,6 %,  $p = 0,01$ ). Установлена достоверная связь повышения у детей частоты аллергических заболеваний верхних дыхательных путей с увеличением концентрации в крови формальдегида ( $R^2 = 0,13$ ;  $p \leq 0,001$ ), марганца ( $R^2 = 0,38$ ;  $p \leq 0,001$ ), меди ( $R^2 = 0,17$ ;  $p \leq 0,001$ ), никеля ( $R^2 = 0,39$ ;  $p \leq 0,001$ ) и хрома ( $R^2 = 0,24$ ;  $p \leq 0,001$ ). Кроме этого, в группах наблюдения 1 и 2 в 2,0–2,8 раза чаще диагностировались хронические воспалительно-пролиферативные заболевания органов дыхания (МКБ10: J35.1, J35.2, J35.3): у 40,8 % детей группы наблюдения 1, 62,4 % – группы наблюдения 2 ( $p \leq 0,01$ ) против 21,6% – в группе сравнения ( $p < 0,05$ ): Установлена зависимость частоты диагностики заболеваний органов дыхания воспалительно-пролиферативной природы от концентрации марганца в крови ( $R^2 = 0,24$ ;  $p \leq 0,001$ ) и фторид-иона в моче ( $R^2 = 0,31$ ;  $p \leq 0,004$ ).

В обеих группах наблюдения достаточно часто регистрировались хронические воспалительные заболевания органов дыхания (J31.0, J31.2): в группе наблюдения 1 – 40,8 %, в группе наблюдения 2 – 62,4 % ( $p \leq 0,01$ ), что в 5,2–8,0 раза превышало показатель в группе сравнения (7,8 %,  $p \leq 0,01$ ). Установлена связь повышения частоты выявления хронического фарингита с увеличением концентрации в крови меди ( $R^2 = 0,39$ ;  $p = 0,005$ ) и фторид-иона в моче ( $R^2 = 0,31$ ;  $p \leq 0,001$ ).

Каждый второй пациент группы наблюдения 1 (59,2 %) и группы наблюдения 2 (58,1 %,  $p = 0,88$ ) имел клинические признаки вторично-

го (транзиторного) иммунодефицитного состояния, в то время как в группе сравнения данный вид патологии встречался в 2,3 раза реже и был установлен лишь у каждого четвертого ребенка (25,5 %,  $p \leq 0,01$ ). Негативное влияние химических факторов окружающей среды подтверждено зависимостью количества случаев выявленных иммунодефицитных состояний от концентрации в крови никеля и формальдегида ( $R^2 = 0,46–0,69$ ;  $p \leq 0,001$ ).

Заболевания желудочно-кишечного тракта (МКБ10: K29.2, K30, K75.2, K76.8, K83.9, D18) встречались у детей, проживающих в зоне влияния предприятия по производству глинозема, с близкой частотой: у 93,8 % детей группы наблюдения 1 и у 88,2 % детей группы наблюдения 2 ( $p = 0,2$ ), в то время как в группе сравнения частота встречаемости болезней органов пищеварения была в 1,3–1,4 раза меньше (68,6 %,  $p < 0,01$ ). Выявлена зависимость между частотой выявления болезней органов желудочно-кишечного тракта и концентрацией в крови меди ( $R^2 = 0,17$ ;  $p \leq 0,001$ ). Дискинетические расстройства билиарного тракта (K83.9) установлены у 69,2 % детей группы наблюдения 1 и 65,6 % детей группы наблюдения 2, однако различия частоты встречаемости данной патологии между группой наблюдения и группой сравнения не достигали статистической значимости (56,9 %,  $p = 0,1–0,3$ ). Распространенность функциональных заболеваний желудка и кишечника (K30) в группах наблюдения 1 и 2 регистрировались в 2 раза чаще, чем в группе сравнения (27,7 и 26,9 % соответственно против 13,7 %;  $p = 0,04–0,07$ ). Установлена зависимость частоты выявления у детского населения заболеваний желчевыводящих путей от концентрации в крови марганца ( $R^2 = 0,27$ ;  $p \leq 0,001$ ), никеля ( $R^2 = 0,20$ ;  $p \leq 0,001$ ), меди ( $R^2 = 0,21$ ;  $p \leq 0,001$ ).

Заболевания костно-мышечной системы (M21.9, M43.9, M02.9) диагностированы у 82,3 % детей группы наблюдения 1 и у 76,3 %

детей группы наблюдения 2, среди детей группы сравнения данная патология встречалась в 6,5–7 раз реже – у 11,8 % ( $p \leq 0,01$ ). Достоверно чаще у экспонированных детей выявлялась патология позвоночника (M43.9) (72,2 % – в группе наблюдения 1 и 72,0 % – в группе наблюдения 2 против 11,8 % – в группе сравнения,  $p \leq 0,01$ ) и стопы (M21.9) (23,8 и 18,3 % в группе наблюдения 1 и 2 соответственно против 3,9 % в группе сравнения;  $p = 0,02$ ). Выявлена зависимость частоты регистрации данных нозологических форм от концентрации в моче фторид-иона ( $R^2 = 0,32$ ;  $p \leq 0,001$ ).

Болезни нервной системы функционального характера (МКБ10: G90.8, G98.3) выявлены у 66,2 % детей группы наблюдения 1 и у 68,8 % детей группы наблюдения 2, что в 1,5–1,6 раза выше показателя группы сравнения – 43,1 % ( $p \leq 0,01$ ). При этом в группе наблюдения 1 в 1,7 раза чаще, чем в группе наблюдения 2, диагностирован невротический синдром (F07.8) (5,4 % против 3,2 %,  $p = 0,43$ ); в 2,1 раза чаще отмечались задержка речевого развития (F80.9) (2,3 % против 1,1 %,  $p = 0,51$ ), расстройства речи в виде дизартрии (R47.1) и логоневроза (F98.0) (20,8 % против 18,3 %,  $p = 0,75$ ), у 2,3 % обследованных выявлен синдром навязчивых движений. В группе сравнения аналогичной патологии не было выявлено. В то же время в группе наблюдения 2 у 51,6 % детей регистрировались заболевания невротического характера в виде астено-невротического синдрома (G93.8), что в 2,2 раза чаще, чем в группе сравнения (23,5 %) и в 1,4 раза чаще, чем в группе наблюдения 1 (36,9 %,  $p = 0,01–0,03$ ). Установлена зависимость частоты выявления у детей вегетативных и невротических расстройств от концентрации в крови марганца и алюминия ( $R^2 = 0,31–0,68$ ;  $p \leq 0,001$ ).

#### Выводы:

1. В атмосферном воздухе зоны влияния предприятия по производству глинозема установлено превышение содержания алюминия, формальдегида, фтористых соединений, фенола, бенз(а)пирена, взвешенных веществ относительно гигиенических нормативов до 43,0 ПДКсс; в питьевой воде – алюминия, никеля и марганца до 42,2 ПДКсс.

2. Содержание химических соединений (алюминия, меди, марганца, хрома, никеля, фенола, формальдегида и фторид-иона) в биосредах детей, проживающих в зоне влияния предприятия по производству глинозема, до 4,2 раза превышает показатель у детей, проживающих в условиях относительно санитарно-гигиенического благополучия.

3. У детей, проживающих в зоне влияния предприятий металлургического комплекса, в условиях контаминации биосред алюминием, медью, марганцем, хромом, никелем, фенолом, формальдегидом, фторид-ионом в 2,0–8,0 раз чаще регистрируются аллергические, хронические воспалительные и воспалительно-пролиферативные заболевания органов дыхания, в 2,3 раза – вторичные (транзиторные) иммуно-

дефицитные состояния, до 1,4 раза – заболевания желудочно-кишечного тракта, в 6,5–7,0 раз – заболевания костно-мышечной системы, в 1,5–1,6 раза чаще – функциональные расстройства нервной системы.

4. Доказана зависимость частоты выявления патологии дыхательной, иммунной, пищеварительной, нервной и костно-мышечной систем от концентрации в биосредах химических веществ (алюминия, меди, марганца, хрома, никеля, фенола, формальдегида и фторид-иона) ( $R^2 = 0,17–0,69$ ,  $p < 0,001$ ).

#### ЛИТЕРАТУРА

(пп. 16–17 см. References)

1. Баранов А.А., Намазова-Баранова Л.С., Ильин А.Г. Сохранение и укрепление здоровья подростков – залог стабильного развития общества и государства (состояние проблемы) // Вестник Российской академии медицинских наук. 2014. № 5–6 (69). С. 65–70.
2. Бакланова А.В., Стешко С.Е., Богданов С.Г. Проблемы инновационного развития Красноярского края // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. № 2 (10). С. 6–7.
3. Берзин И.И., Сергеев А.К. Загрязнение атмосферного воздуха как фактор развития болезней дыхательной системы // Здоровье населения и среда обитания. 2018. № 1 (298). С. 7–10.
4. Большина Е.П. Экология металлургического производства: Курс лекций. Новотроицк: НФ НИТУ «МИСиС», 2012. 155 с.
5. Гланц С. Медико-биологическая статистика. М.: Практика, 1998. 459 с.
6. Жижин К.С. Медицинская статистика. Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. 160 с.
7. Кешишев И.А., Орел О.В., Смирнова В.И. Окружающая среда и здоровье детского населения // Педиатр. 2013. № 2 (4). С. 24–27.
8. 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.
9. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Красноярском крае в 2017 году: Государственный доклад. Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю, 2018. 323 с.
10. Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В., Кириянов Д.А. Нормативно-правовые и методические аспекты интеграции социально-гигиенического мониторинга и риск-ориентированной модели надзора // Анализ риска здоровью. 2018. № 1. С. 4–12. DOI: 10.21668/health.risk/2018.1.01
11. Просвирякова И.А., Шевчук Л.М. Гигиеническая оценка содержания твердых частиц PM 10 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. 14–22. DOI: 10.21668/health.risk/2018.2.02
12. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 143 с.
13. Теплая Г.А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды (обзор литературы) // Астраханский вестник экологического образования. 2013. № 1 (23). С. 182–192.
14. Ушанова И.С. Тенденции и краткосрочный прогноз развитости промышленности Красноярского края // Материалы XV Международной научной конференции, посвященной памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М.Ф. Решетнева. Красноярск, 2011. Ч. 2. С. 798–799.

15. Хабриев Р.У., Линденбрaten А.Л., Комаров Ю.М. Стратегия охраны здоровья населения как основа социальной политики государства // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2014. № 3. С. 3–6.

REFERENCES

1. Baranov A.A., Namazova-Baranova L.S., Il'in A.G. Sokhranenie i ukreplenie zdorov'ya podrostkov – zalog stabil'nogo razvitiya obshchestva i gosudarstva (sostoyanie problemy) [Preservation and strengthening of the health of adolescents is the key to the stable development of society and the state (state of the problem)]. *Vestnik Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk*, 2014, no. 5–6 (69), pp. 65–70. (In Russ.)

2. Baklanova A.V., Steshko S.E., Bogdanov S.G. Problemy innovatsionnogo razvitiya Krasnoyarskogo kraia [Innovative development problems of the Krasnoyarsk Krai]. *Aktual'nye problemy aviatsii i kosmonavтики*, 2014, no. 2 (10), pp. 6–7. (In Russ.)

3. Berezin I.I., Sergeev A.K. Zagryaznenie atmosfernogo vozdukhа kak faktor razvitiya boleznei dykhatel'noi sistemy [Air pollution as a factor to the development of the respiratory system diseases]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2018, no. 1 (298), pp. 7–10. (In Russ.)

4. Bol'shina E.P. Ekologiya metallurgicheskogo proizvodstva: Kurs lektsii [Ecology of metallurgical production: a course of lectures]. Novotroitsk: NF NITU «MISiS» Publ., 2012, 155 p. (In Russ.)

5. Glants S. Mediko-biologicheskaya statistika [Medical and biological statistics]. Moscow: Praktika Publ., 1998, 459 p. (In Russ.)

6. Zhizhin K.S. Meditsinskaya statistika [Medical statistics]. Rostov-na-Donu: Feniks Publ., 2007, 160 p. (In Russ.)

7. Keshishev I.A., Orel O.V., Smirnova V.I. Okruzhayushchaya sreda i zdorov'e detskogo naseleniya [Environment and children's health]. *Pediatr*, 2013, no. 2 (4), pp. 24–27. (In Russ.)

8. 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: the State report]. Moscow: Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebitel'ei i blagopoluchiya cheloveka, 2018, 268 p. (In Russ.)

9. O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya v Krasnoyarskom krae v 2017 godu: Gosudarstvennyi doklad [On the state of sanitary and epidemiological wellbeing of the Krasnoyarsk Krai population in 2017: the State report]. Upravlenie Federal'noi sluzhby po nadzoru v sfere zashchity prav potrebitel'ei i blagopoluchiya cheloveka po Krasnoyarskomu kraiyu, 2018, 323 p. (In Russ.)

10. Popova A.Yu., Zaitseva N.V., Mai I.V., Kir'yanov D.A. Normativno-pravovye i metodicheskie aspekty integratsii sotsial'no-gigienicheskogo monitoringa i risk-orientirovanoi modeli nadzora [Regulatory and methodological aspects of the integration of socio-hygienic monitoring and

risk-oriented surveillance model]. *Analiz riska zdorov'yu*, 2018, no. 1, pp. 4–12. DOI: 10.21668/health.risk/2018.1.01 (In Russ.)

11. Prosviryakova I.A., Shevchuk L.M. Gigienicheskaya otsenka soderzhaniya tverdykh chastits RM 10 i RM 2.5 v atmosfernom vozdukhе i riskа dlya zdorov'ya zhitel'ei v zone vliyaniya vybrosov statsionarnykh istochnikov promyshlennykh predpriyatii [Hygienic assessment of PM 10 and PM 2.5 contents in the atmosphere and population health risk in zones influenced by emissions from stationary sources located at industrial enterprises]. *Analiz riska zdorov'yu*, 2018, no. 2, pp. 14–22. DOI: 10.21668/health.risk/2018.2.02 (In Russ.)

12. Rukovodstvo po otsenke riskа dlya zdorov'ya naseleniya pri vozdeistvii khimicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchikh okruzhayushchuyu sredu [Guidelines for assessing the risk to public health when exposed to chemicals that pollute the environment]. Moscow: Federal'nyi tsentr gosnapeidnadzora Minzdrava Rossii, 2004, 143 p. (In Russ.)

13. Teplaya G.A. Tyazhelye metally kak faktor zagryazneniya okruzhayushchei sredy (obzor literatury) [Heavy metals as a factor in environmental pollution (literature review)]. *As-trakhanskii vestnik ekologicheskogo obrazovaniya*, 2013, no. 1 (23), pp. 182–192. (In Russ.)

14. Ushanova I.S. Tendentsii i kratkosrochnyi prognoz razvitiya promyshlennosti Krasnoyarskogo kraia [Trends and short-term forecast for the development of the Krasnoyarsk Krai industry]. Materialy XV Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii, posvyashchenoi pamyati general'nogo konstruktora raketno-kosmicheskikh sistem akademika M.F. Reshetneva. Krasnoyarsk, 2011, part. 2, pp. 798–799. (In Russ.)

15. Khabriev R.U., Lindenbraten A.L., Komarov Yu.M. Strategiya okhrany zdorov'ya naseleniya kak osnova sotsial'noi politiki gosudarstva [Public health strategy as the basis for social policy of the state]. *Problemy sotsial'noi gigeny, zdavoookhraneniya i istorii meditsiny*, 2014, no. 3, pp. 3–6. (In Russ.)

16. Kowalska M., Kulka El., Jarosz W, Kowalski M. The determinants of lead and cadmium blood levels for pre-school children from industrially contaminated sites in Poland. *Int J. Occup Med Environ Health*, 2018, no. 31 (3), pp. 351–359.

17. Mpode Ngole-Jeme V., Fantke P. Ecological and human health risks associated with abandoned gold mine tailings contaminated soil. Available at: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0172517> (accessed: 01.10.18).

Контактная информация:

Устинова Ольга Юрьевна, доктор медицинских наук, профессор, зам. директора по лечебной работе ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»  
e-mail: [ustinova@fcrisk.ru](mailto:ustinova@fcrisk.ru)

Contact information:

Ustinova Olga, Doctor of Medical Sciences, Professor, Deputy Director for Healthcare of Federal Scientific Center of Medical and Preventive Technology for Risk Management of Public Health  
e-mail: [ustinova@fcrisk.ru](mailto:ustinova@fcrisk.ru)

