

УДК 614.7:616-02

Зайцева Н.В.¹, Устинова О.Ю.¹, Землянова М.А.¹, Горяев Д.В.², Лужецкий К.П., Валина С.А.¹, Ивашова Ю.А.¹

РОЛЬ ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ РИСКА В РАЗВИТИИ СОСУДИСТЫХ НАРУШЕНИЙ У ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

¹ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», ул. Монастырская, 82, Пермь, РФ, 614045;

²Управление Роспотребнадзора по Красноярскому краю, ул. Каратанова, 21, Красноярск, Красноярский край, РФ, 660049

Проведено исследование состояния сердечно-сосудистой системы у 79 человек в возрасте 30–40 лет, проживающих на селитебной территории в зоне влияния предприятия алюминиевой промышленности, и 29 человек аналогичного возраста, проживающих на территории рекреационного типа. Все обследованные не имели предшествующей сердечно-сосудистой патологии. Установлено, что в зоне влияния предприятия алюминиевой промышленности загрязнение объектов среды обитания (атмосферный воздух, питьевая вода) специфическими для производства химическими веществами от 1,2 до 40 раз превышает действующие гигиенические нормативы. В условиях хронического комплексного комбинированного поступления приоритетных загрязняющих веществ содержание в биосредах (моча) населения алюминия и фторида иона в 3,0 раза превышает аналогичные показатели группы сравнения и в 3–4 раза выше референтных значений. Более чем у 65% обследованного населения в зоне влияния алюминиевого производства уже в возрасте 35–40 лет диагностируются заболевания сердечно-сосудистой системы, протекающие в каждом третьем случае с нарушением функционального состояния эндотелия и преобладанием гиперсимпатикотонического типа вегетативной регуляции, достоверно связанных с присутствием в организме повышенных концентраций алюминия и фторид-иона.

Ключевые слова: патология сердечно-сосудистой системы; взрослое население селитебных территорий; алюминиевое производство; алюминий; фторид-ион

Zaitseva N.V.¹, Ustinova O.Yu.¹, Zemlyanova M.A.¹, Goryaev D.V.², Luzhetskiy K.P.¹, Valina S.L.¹, Ivashova Yu.A.¹
Role of chemical risk factors in vascular disorders development in adult residents of populated area influenced by aluminium production enterprises. ¹Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, 82, Monastyrskaya str., Perm, Russian Federation, 614045; ²Rospotrebnadzor Directorate of Krasnoyarsk region, 21, Karatanova str., Krasnoyarsk, Krasnoyarsk region, Russian Federation, 660049

Study covered cardiovascular system state in 79 individuals aged 30–40 and living in populated area influenced by aluminium industry enterprise, and in reference group of 29 individuals of similar age, residents of recreation territory. All the examinees had no previous cardiovascular diseases. Findings are that in the area influenced by aluminium industry enterprise, environmental objects (ambient air, drinkable water) pollution with specific chemicals exceeds existing hygienic norms 1,2–40-fold. In conditions of chronic complex combined exposure to priority pollutants, levels of aluminium and fluoride iod in biologic media (urine) of the population 3,0 times exceeds analogous parameters in the reference group, and 3–4 times higher than the reference values. Over 65% of the examined population in the area influenced by aluminium industry demonstrate cardiovascular diseases even at the age of 35–40 years, that in one third of cases are associated with disordered endothelial functions and prevalent hypersympatricotonic type of vegetative regulation — that are reliably associated with increased levels of aluminium and fluoride iod in the body.

Key words: cardiovascular diseases; adults of populated area; aluminium production; aluminium; fluoride iod

Российская алюминиевая промышленность устойчиво сохраняет ведущие позиции в мире как по объемам производства, так и по экспорту продукции [4,7]. На отечественных предприятиях по производству первичного алюминия используется технология спекания руды и известняка с последующей гидрохимической переработкой спека, что сопровождается значительным загрязнением объектов среды обитания (атмосферного воздуха, воды открытых и подземных водоисточников, почвы) газопылевыми

выбросами и шламовыми отходами производства, в состав которых входят взвешенные вещества, диоксид серы, оксиды азота, бенз(а)пирен, фтористый водород, твердые фториды, свинец, оксиды алюминия, пятиокись ванадия, медь, хром, кадмий, смолистые вещества, ароматические и кислородсодержащие углеводороды, альдегиды [5,8,9,12]. Учитывая высокую потенциальную опасность составляющих газопылевых выбросов и шламовых отходов, алюминиевая промышленность относится к категории

производств повышенной опасности для здоровья населения [4,5,6,13].

В настоящее время большая часть исследований, направленных на изучение влияния алюминиевого производства на состояние здоровья человека, посвящена работающему контингенту [3,4,5,7,9]. Результаты эпидемиологических и клинических наблюдений показывают, что патология сердечно-сосудистой системы занимает третье место в структуре заболеваемости работников алюминиевой промышленности и уже с 3–5 года работы на предприятии у персонала отмечается рост кардиоваскулярных нарушений, прогрессирующих по мере увеличения стажа [5,7,9].

В ряде экспериментальных исследований отечественных и зарубежных авторов установлено негативное влияние соединений алюминия и фтора на показатели эластичности сосудов и сосудистый тонус [1,14,15,16,17].

В отдельных работах приводятся данные об отчетливом росте кардиоваскулярной патологии с развитием артериальной гипертензии, вегето-сосудистой и нейроциркуляторной дистонии, миокардиодистрофии у населения селитебных территорий в зоне влияния предприятий алюминиевого производства, однако большая часть этих исследований базируется на анализе медико-статистических данных и не верифицируется результатами клинических наблюдений [1,6,8,11,13].

Цель исследования — клиническое изучение особенностей кардиоваскулярных нарушений у взрослого населения селитебных территорий в зоне влияния предприятия алюминиевого производства и установление их связи с приоритетными производственными химическими факторами риска.

Материалы и методы исследования. Для выявления кардиоваскулярной патологии и установления ее связи с неблагоприятными санитарно-гигиеническими условиями проживания было проведено сравнительное изучение показателей функционального состояния сердечно-сосудистой системы у 79 человек взрослого городского населения, проживающего на селитебной территории в зоне влияния предприятия по производству алюминия (группа наблюдения) и 29 жителей города рекреационного типа (группа сравнения).

Критерии включения взрослого населения в исследование: постоянное проживание в течение 5 лет на территориях исследуемых городов; возраст от 25 до 45 лет; отсутствие в профессиональном маршруте указаний на трудовую деятельность на предприятии по производству алюминия или других предприятиях с вредными/опасными условиями труда.

Критерии исключения взрослого населения из исследования: асоциальное поведение, соматическая патология в стадии декомпенсации, инвалидность, психические заболевания.

Средний возраст группы наблюдения не превышал $33,1 \pm 1,7$ года и не отличался от показателя группы сравнения ($34,9 \pm 1,8$ года, $p=0,16$). Длительность проживания пациентов группы наблюдения в непосред-

ственной близости к предприятию по производству алюминия составляла $28,1 \pm 2,7$ года. Население группы сравнения проживало на территории города рекреационного в течение $29,1 \pm 1,8$ года ($p=0,34$ к группе наблюдения). Гендерный состав группы наблюдения не отличался от группы сравнения ($p=0,06-0,29$).

Результаты анкетирования показали, что уровень образования обследованных пациентов не имел статистически значимых различий: как в группе наблюдения, так и в группе сравнения $\frac{1}{3}$ имела высшее образование (30,8% против 37,9%; $p=0,51$), от 55,2% (группа наблюдения) до 63,5% (группа сравнения) — среднее специальное ($p=0,45$) и от 5,7% до 6,9% соответственно ($p=0,32$) — среднее. По доходам на члена семьи структура обследованных также не имела различий: 51,7% пациентов группы наблюдения и 63,5% группы сравнения имели доход 5–6 тыс. руб. в месяц ($p=0,29$), 28,9% и 41,4% соответственно — до 10–15 тыс. руб. ($p=0,23$) и только 5,9% и 7,6% — выше 15 тыс. руб. в месяц ($p=0,32$).

Клинико-функциональное и лабораторное обследование проводилось по специально разработанной программе, максимально учитывающей перечень возможных факторов риска (внешне средовых, социальных, образа жизни, наследственности и т. д.) и ориентированной на обследование функционального состояния сердечно-сосудистой системы. Выбор диагностических мероприятий проводился в соответствии с действующими протоколами, алгоритмами и рекомендациями клинической диагностики.

В соответствии с задачами исследования программа углубленного клинико-функционального и лабораторного обследования включала:

— *медико-социологическое анкетирование* по вопросам анамнеза *vitae et morbi*, наследственности, перенесенных заболеваний, семейного анамнеза, профессиональной деятельности, длительности проживания в населенном пункте, удаленности места проживания от градообразующих предприятий, социально-экономической характеристики семьи, образа жизни;

— *полное общеклиническое обследование* пациента терапевтом по стандартным клиническим методикам;

— *оценку функционального состояния* сердечно-сосудистой системы, которая проводилась методами электрокардиографии (электрокардиограф «Schiller AT-102 plus»; Schiller AG, Швейцария), кардиоинтервалографии (кардиоинтервалограф «Поли-Спектр-8/EX»; Нейрософт, Россия) и ультразвукового анализа вазомоторной функции эндотелия плечевой артерии в пробе эндотелий-зависимой вазодилатации по модифицированной методике Celermajer D.S. с соавт. (1992 г.) на ультразвуковом сканере «Vivid q» (GE Vingmed Ultrasound AS, Норвегия) с использованием линейного матричного датчика (4,0–13,0 МГц);

— *определение уровня содержания оксида азота* в крови с помощью стандартной тест-системы на иммуноферментном анализаторе «Infinite F50» (Tecan, Австрия);

— *химико-аналитические исследования биосред* (моча) на содержание загрязняющих веществ (алюми-

ний, фтор), осуществляемые в соответствии с действующими в РФ методическими указаниями: ФР. 1.31.2017.27357¹; МУК 4.1.773–99². Исследование алюминия в моче выполнялись методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ISPM); содержание фтора в моче — потенциометрическим методом (иономер И–160М с ионоселективным электродом). Компетентия Центра в качестве испытательной лаборатории подтверждена приказом Росаккредитации от 11 ноября 2015 г. № А–9428.

Программа исследований одобрена Этическим комитетом ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (протокол №1, 2017 г.). Комплекс медико-биологических исследований проводился с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинской Декларации (1983 г.) и Национальном стандарте РФ ГОСТ Р 52379–2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP). Для проведения социологических, клинико-функциональных и лабораторных исследований у всех обследованных пациентов было получено предварительное добровольное информированное согласие.

Анализ информации выполнялся с помощью программы Statistica 6 и специальных программных продуктов с приложениями MS-Office. Проверка на нормальность распределения измеряемых переменных осуществлялась в тесте Колмогорова-Смирнова. Для количественной характеристики показателей использовались значения средней (M) и ее ошибки (m), так как случайные величины анализируемых показателей соответствовали закону нормального распределения. Достоверность различий в сравниваемых группах ($M_n \pm m_n$ против $M_k \pm m_k$) устанавливалась по критерию Стьюдента ($t > 2$, $p \leq 0,05$) [2]. Моделирование зависимости «концентрация химических веществ техногенного происхождения в крови — частота регистрации класса, группы заболеваний или конкретной нозологической формы» и «концентрация химических веществ техногенного происхождения в крови — частота отклонений показателей функциональных и ультразвуковых методов исследования» выполнялось методом корреляционно-регрессионного анализа с проверкой статистических гипотез относительно параметров модели [10]. Адекватность моделей устанавливалась с использованием однофакторного дисперсионного анализа. В статистических процедурах применялся уровень значимости 0,05.

Результаты и их обсуждение. Гигиеническая оценка качества объектов среды обитания территории наблюдения по данным мониторинговых наблюдений (2012–2017 гг.), выполненных территориальным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии», показала, что в зоне жилой застройки не соблюдаются нормативы

содержания в атмосферном воздухе алюминия (до 1,2 ПДК_{сс}), взвешенных веществ (до 10,4 ПДК_{мр}, 43,6 ПДК_{сс}), взвешенных частиц РМ 2,5 (до 1,4 ПДК_{сс}), гидрофторида (до 4,9 ПДК_{мр}, до 8,3 ПДК_{сс}), обладающих токсическим действием в отношении сердечно-сосудистой системы [1,4,5,6,8,12]. В питьевой воде, подаваемой населению территории наблюдения после водоподготовки, содержание алюминия достигало 1,2 ПДК, фтора — 1,53 ПДК. В то же время, данные мониторинговых наблюдений на территории сравнения свидетельствовали о том, что среднегодовой уровень загрязнения атмосферного воздуха алюминием, взвешенными веществами и гидрофторидом в 1,3–4,9 раза ниже показателей территории наблюдения, а качество питьевой воды, подаваемой населению, полностью соответствует требованиям санитарных норм и правил.

Результаты химико-аналитического исследования биосред пациентов сравниваемых групп показали, что средняя концентрация алюминия в моче в группе наблюдения достигала $0,020 \pm 0,004$ мг/дм³, что в 3,3 раза превышало уровень группы сравнения ($0,006 \pm 0,002$ мг/дм³, $p \leq 0,001$) и в 3,1 раза — референтные значения (RfL алюминия в моче $0,0065 \pm 0,0035$ мг/дм³, $p \leq 0,001$); одновременно содержание фторид-иона в моче пациентов группы наблюдения составляло $0,876 \pm 0,245$ мг/дм³, что в 2,5 раза превышало показатель группы сравнения ($0,341 \pm 0,116$ мг/дм³, $p \leq 0,001$) и в 4,4 раза — референтный уровень (RfL фторид-иона в моче $0,2$ мг/дм³). В группе наблюдения частота регистрации проб мочи с повышенным, относительно референтного уровня, содержанием алюминия составляла 42,3%, а фторид-иона — 74,1%.

В ходе клинического обследования было установлено, что различные клинические варианты патологии системы кровообращения (МКБ–10: I10; I41; I45; I83; G90.8; Q24.9) диагностировались более чем у половины обследованных пациентов группы наблюдения (67%) и группы сравнения (55%). При этом показатель распространенности данного класса болезней в сравниваемых группах не имел статистически значимых различий ($p = 0,26$). В то же время анализ структуры выявленной сердечно-сосудистой патологии свидетельствовал о том, что у пациентов группы наблюдения доминирующим видом нарушений являлись сосудистые расстройства (МКБ–10: I10; I83), выявленные у большинства обследованных (80,5%), что в 1,4 раза превышало показатель группы сравнения (58,6%, $p = 0,02$). Установлена зависимость частоты выявления сосудистых нарушений от концентрации в моче алюминия ($b_0 = -2,391$; $b_1 = 50,799$; $F = 112,25$; $R^2 = 0,74$; $p = 0,001$) и фторид-иона ($b_0 = -3,785$; $b_1 = 1,43$; $F = 119,76$; $R^2 = 0,69$; $p = 0,001$).

Результаты исследования эндотелий-зависимой вазодилатации показали, что в группе наблюдения количество пациентов с патологическим вариантом ответа на констрикцию сосуда в 2,9 раза превышало показатель группы сравнения (48,4% против 16,7%, $p = 0,004$), а коэффициент чувствительности плечевой артерии был в 2,5 раза ниже ($0,061 \pm 0,029$ усл. ед. про-

¹ ФР. 1.31.2017.27357, зарегистрировано в Федеральном информационном фонде по обеспечению Единства измерений, 2017 г.

² Сборник методик по определению химических соединений в биологических средах. МУК 4.1.773–99. М.–2000. — с. 97–105.

Таблица 1

Результаты исследования эндотелий-зависимой вазодилатации у обследованного населения, %

Диаметр плечевой артерии	Группа наблюдения	Группа сравнения	Достоверность различий групп наблюдения и сравнения
Прирост диаметра $\geq 10\%$	51,7	83,3	0,004
Прирост диаметра $< 10\%$	48,4	16,7	0,004
Относительный прирост диаметра плечевой артерии, %	$10,4 \pm 3,1$	$13,4 \pm 3,1$	0,18
Коэффициент чувствительности плечевой артерии, усл. ед.	$0,061 \pm 0,029$	$0,15 \pm 0,07$	0,03

Таблица 2

Состояние исходного вегетативного тонуса по данным кардиоинтервалографии у обследованного населения, %

Исходный вегетативный тонус	Группа наблюдения	Группа сравнения	Достоверность различий групп наблюдения и сравнения
Ваготония	7,6	7,4	0,32
Эйтония	32,9	48,2	0,16
Симпатикотония	31,7	33,3	0,88
Гиперсимпатикотония	27,8	11,1	0,05

Таблица 3

Активность различных звеньев вегетативной регуляции у обследованного населения, $M \pm m$

Показатель кардиоинтервалографии	Группа наблюдения	Группа сравнения	Достоверность различий групп наблюдения и сравнения
Мо, сек.	$0,90 \pm 0,04$	$0,93 \pm 0,07$	0,48
Дх, сек.	$0,26 \pm 0,03$	$0,26 \pm 0,05$	1,0
АМо, %	$53,6 \pm 4,5$	$44,7 \pm 4,5$	0,007
ИН1, усл. ед.	$139,5 \pm 44,3$	$81,4 \pm 21,5$	0,02

Таблица 4

Типы вегетативной реактивности у обследованного населения, %

Тип вегетативной реактивности	Группа наблюдения	Группа сравнения	Достоверность различий групп наблюдения и сравнения
Асимпатикотоническая	7,6	7,4	0,32
Симпатикотоническая	60,8	81,5	0,05
Гиперсимпатикотоническая	31,6	11,1	0,02

тив $0,15 \pm 0,07$ усл. ед., $p=0,03$) (табл. 1). Синдром эндотелиальной дисфункции диагностировался в группе наблюдения в 2,3 раза чаще, чем в группе сравнения (32,2% против 13,8%, $p=0,05$). Установлена зависимость частоты развития эндотелиальной дисфункции от концентрации в моче алюминия ($b_0=-1,89$, $b_1=1402,55$; $R^2=0,55$; $p \leq 0,001$).

Анализ результатов кардиоинтервалографии показал, что в обеих группах ваготонический, эйтонический и симпатикотонический варианты исходного вегетативного тонуса регистрировались с близкой частотой ($p=0,16-0,88$), однако гиперсимпатикотонический в группе наблюдения выявлялся у каждого третьего обследованного (27,8%) и встречался в 2,5 раза чаще, чем в группе сравнения (11,1%; $p=0,05$) (табл. 2). Анализ среднegrupповых значений показателей, характеризующих активность гуморально-метаболического (Мо) и парасимпатического (Дх) звеньев вегетативной ре-

гуляции, не выявил статистически значимых различий в сравниваемых группах ($p=0,48-1,0$), однако уровень активности симпатического звена (АМо) у пациентов группы наблюдения достоверно превышал аналогичный в группе сравнения ($53,6 \pm 4,5\%$ против $44,7 \pm 4,5\%$, $p=0,007$) (табл. 3). Обращало на себя внимание и то, что в группе наблюдения индекс напряжения регуляторных систем вегетативной регуляции (ИН1) был достоверно выше показателя группы сравнения ($139,5 \pm 44,3$ усл. ед. против $81,4 \pm 21,5$ усл. ед., $p=0,02$). При проведении клиноортостатической пробы было установлено, что физиологический симпатикотонический вариант реактивности встречался у пациентов группы наблюдения в 1,3 раза реже (60,8% против 81,5%, $p=0,05$), а гиперсимпатикотонический, представляющий собой энергетически невыгодный для организма механизм вегетативной регуляции, в группе наблюдения встречался в 2,9 раза чаще (31,6% против 11,1%, $p=0,02$) (табл. 4). Установ-

лена зависимость частоты развития гиперсимпатикотонии от концентрации в моче алюминия ($b_0 = -2,98$, $b_1 = 73,51$; $R^2 = 0,74$; $p \leq 0,001$).

В настоящее время формирование эндотелиальной дисфункции на фоне гиперсимпатикотонического варианта вегетативной регуляции рассматривается как ранний признак неблагоприятного прогноза развития гипертонической болезни. Одним из защитных факторов, препятствующих прогрессированию сосудистой патологии, является медиатор регуляции сосудистого тонуса — оксид азота, выполняющий функцию вазодилатора [7]. Результаты проведенного исследования показали, что содержание оксида азота в крови пациентов группы наблюдения ($109,69 \pm 15,89$ мкмоль/дм³) достоверно превышало показатель группы сравнения ($74,43 \pm 12,58$ мкмоль/дм³, $p = 0,001$), но не отличалось от физиологической нормы ($70,4-208,6$ мкмоль/дм³, $p = 0,22-0,31$), что можно рассматривать как один из компенсаторных механизмов регуляции сосудистого тонуса в условиях гиперсимпатикотонии. В тоже время у 25% пациентов группы наблюдения с эндотелиальной дисфункцией и гиперсимпатикотонией уровень оксида азота в крови не превышал $60,1 \pm 6,8$ мкмоль/дм³ и был достоверно ниже физиологической нормы ($70,4-208,6$ мкмоль/дм³, $p = 0,04$), в то время как в группе сравнения таких пациентов было не более 6,9% ($p = 0,02$). Полученные результаты свидетельствуют о том, что развитие эндотелиальной дисфункции и гиперсимпатикотонии, ассоциированные с повышенным содержанием в биосредах алюминия и фтор-иона, формируют условия для снижения активности компенсаторных механизмов регуляции сосудистого тонуса.

Выводы:

1. На селитебной территории, расположенной в непосредственной близости к предприятию алюминиевой промышленности, загрязнение объектов среды обитания специфическими для производства веществами от 1,2 до 40 раз превышает действующие гигиенические нормативы.

2. Более чем у $\frac{2}{3}$ обследованного взрослого населения, постоянно проживающего в зоне влияния алюминиевого производства, содержание алюминия и фторид-иона в моче в 3,0 раза превышает аналогичные показатели на селитебных территориях рекреационного типа и в 3–4 раза выше референтных значений.

3. У 65% обследованного населения с повышенным содержанием в биосредах алюминия и фтор-иона, уже в возрасте 35–40 лет диагностируются заболевания сердечно-сосудистой системы, протекающие в каждом третьем случае с формированием эндотелиальной дисфункции на фоне гиперсимпатикотонического варианта вегетативной регуляции.

4. Развитие эндотелиальной дисфункции и гиперсимпатикотонического варианта вегетативной регуляции, ассоциированных с присутствием в организме повышенных концентраций алюминия и фторид-иона, может способствовать снижению активности компенсаторных механизмов регуляции сосудистого тонуса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES стр. 14–17)

1. Власова Е.В. Особенности изменения реографических показателей кровообращения кроликов при моделировании хронической фтористой интоксикации и экспериментальной профилактики // Вісник проблем біології і медицини. — 2010. — № 2. — С. 48–52.
2. Гланц С. Медико-биологическая статистика. — М.: Практика, 1998.
3. Горяев Д.В., Тихонова И.В. Особенности территориального распределения и динамики показателей неинфекционной заболеваемости населения Красноярского края, ассоциированной с воздействием факторов риска окружающей среды // Анализ риска здоровью. — 2016. — №4. — С. 54–63.
4. Гресь Н.А. Элементоз избытка алюминия, распространенность у населения, клинические и биологические аспекты. — Саарбрюккен: Lap Lambert Academic Publishing, 2014. — 112 с.
5. Донских И.В. Влияние фтора и его соединений на здоровье населения (обзор данных литературы) // Бюлл. ВСНЦ СО РАМН. — 2013. — №3 (91), Ч. 2. — С. 179–185.
6. Дубовая А.В. Влияние токсичных и потенциально токсичных химических элементов на риск возникновения аритмий у детей // Мать и дитя в Кузбассе. — 2016. — №3 (66). — С. 15–19.
7. Кудяева И.В., Маснавиева Л.Б. и др. Биохимические маркеры эндотелиальной дисфункции и состояние сердечно-сосудистой системы у лиц с профессиональной бронхо-легочной патологией // Мед. труда и пром. экология. — 2017. — №1. — С. 6–10.
8. Машенцова И.А., Власова О.С. Анализ негативного воздействия на окружающую среду предприятий по производству алюминия // Инж. вестник Дона. — 2017. — №1. — С. 83.
9. Хасанова Г.Н., Оранский И.Е. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы и качество жизни у работников электролиза алюминия // Fundamental Research. — 2011. — №10. — С. 166–169.
10. Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. — М.: Статистика, 1977. — 356 с.
11. Шалина Т.И., Шалина Е.Н. Изменение костей кисти у детей в зонах алюминиевого производства // Сиб. мед. ж-л. — 2006. — №9. — С. 78–81.
12. Шепелев И.И., Стылиц И.С. и др. Исследование химических и токсических свойств нефелиновых шламов для использования в сельском хозяйстве // Вест. КрасГАУ. — 2016. — №2. — С. 13–18.
13. Шугалей И.В., Гарабаджиу А.В. и др. Некоторые аспекты влияния алюминия и его соединений на живые организмы // Эколог. химия. — 2012. — № 21(3). — С. 172–186.

REFERENCES

1. Vlasova E.V. Features of changes in rheographic circulation parameters in rabbits during modelling of chronic fluorine intoxication and experimental prevention // Visnik problem biologii i meditsini. — 2010. — 2. — P. 48–52 (in Russian).
2. Glants S. Medical and biologic statistics. Moscow: Praktika, 1998 (in Russian).

3. Goryaev D.V., Tikhonova I.V. Features of territorial dispersion and noninfectious morbidity parameters dynamics in Krasnoyarsk region population, associated with environmental risk factors // *Analiz riska zdorov'yu*. — 2016. — 4. — P. 54–63 (in Russian).
4. Gres' N.A. Elementosis of aluminium excess, prevalence in population, clinical and biologic aspects. — Saarbrücken: Lap Lambert Academic Publishing, 2014. — 112 p. (in Russian).
5. Donskikh I.V. Influence of fluorine and its compounds on public health (review of literature data) // *Byulleten' VSNTs SO RAMN*. — 2013. — 3 (91) P. 2. — P. 179–185 (in Russian).
6. Dubovaya A.V. Influence of toxic and potentially toxic chemical elements on risk of arhythmias in children // *Mat' i ditya v Kuzbasse*. — 2016. — 3 (66). — P. 15–19 (in Russian).
7. Kudayeva I.V., Masnavieva L.B., et al. Biochemical markers of endothelial dysfunction and cardiovascular system state in individuals with occupational broncho-pulmonary diseases // *Industr. med.* — 2017. — 1. — P. 6–10 (in Russian).
8. Mashentsova I.A., Vlasova O.S. Analysis of negative environmental influence by aluminium enterprises // *Inzhenernyy vestnik Dona*. — 2017. — 1. — P. 83 (in Russian).
9. Khasanova G.N., Oranskiy I.E. Functional state of cardiovascular system and life quality of workers engaged into aluminium electrolysis // *Fund. Res.* — 2011. — 10. — P. 166–169 (in Russian).
10. Chetyrkin E.M. Statistical method of forecast. — Moscow: Statistika, 1977. — 356 p. (in Russian).
11. Shalina T.I., Shalina E.N. Changes in hand bones of children in aluminium production area // *Sib. med. zhurnal*. — 2006. — 9. — P. 78–81 (in Russian).
12. Shepelev I.I., Styglits I.S. et al. Studies of chemical and toxic properties of nepheline sludge for use in agriculture // *Vestnik KrasGAU*. — 2016. — 2. — P. 13–18 (in Russian).
13. Shugaley I.V., Garabadzhiu A.V. et al. Some aspects of aluminium and its compounds influence on living organisms // *Ekologich. khimiya*. — 2012. — 21 (3). — P. 172–186 (in Russian).
14. Shugalei I.V., Garabadzhiu A.V. et al. Some aspects of influence of the aluminium and its compounds on living organisms // *Ekologich. chimia*. — 2012. — 21(3). — P. 172–186.
15. Erikson J.R. A dynamic pathway for calcium-independent activation of CaMKII by methionine oxidation / M.L. Joiner, X. Guan, Kutschke // *Cell*. — 2008. — 133(3). — P. 462–474.
16. Varol E., Aksay S., Ersoy H., Ozaydin M. Aortic elasticity is impaired in patients with endemic fluorosis // *Biol. Trace Res.* — 2010. — 133. — P. 1231–127.
17. Wang C., Wang T., Lui W., Ruan T. The in vitro Estrogenic Activities of Polyfluorinated logine Alkanes // *Environ. Health Perspect.* — 2012. — 120. — P. 119–125.
18. Zatta P., Koch H.M., Rossbach B. Internal exposure of the general population to DEHP and other phthalates-determination of secondary and primary phthalaten monoester metabolites in urine // *Environ. Res.* — 2003. — 93. — P. 177–185.

Поступила 21.04.2017

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Зайцева Нина Владимировна (Zaitseva N.V.),
дир. ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН», акад. РАН, проф., д-р
мед. наук. E-mail: znv@fcrisk.ru.
- Устинова Ольга Юрьевна (Ustinova O.Yu.),
зам. дир. по лечеб. работе ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН», д-р
мед. наук, доц. E-mail: ustinova@fcrisk.ru.
- Землянова Марина Александровна (Zemlyanova M.A.),
зав. отд. биохимич. и цитогенетич. методов диагн. ФБУН
«ФНЦ МПТ УРЗН», д-р мед. наук, доц. E-mail: zem@
fcrisk.ru.
- Горяев Дмитрий Владимирович (Goryaev D.V.),
гл. вр. Упр. Роспотребнадзора по Красноярскому краю.
- Лужецкий Константин Петрович (Luzhetskiy K.P.),
зав. клиникой экозависимой и производственно обуслов-
ленной патологии ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН», канд. мед.
наук. E-mail: nemo@fcrisk.ru.
- Ивашова Юлия Анатольевна (Ivashova Yu.A.),
вр. высш. кат., зав. отд. УЗ и функц. диагностики ФБУН
«ФНЦ МПТ УРЗН».
- Валина Светлана Леонидовна (Valina S.L.),
зав. отд. гигиены детей и подростков ФБУН «ФНЦ МПТ
УРЗН».