

УДК 614.7:616-02

Н. В. Зайцева^{a,b}, О. Ю. Устинова^{a,b}, С. Л. Валина^b, М. А. Землянова^{a,b}, И. Г. Жданова-Заплесвичко^c, К. П. Лужецкий^{a,b}, О. А. Маклакова^{a,b}, С. В. Клейн^{a,b}

^a ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, Пермь, Россия

^b Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

^c Управление Роспотребнадзора по Иркутской области, Иркутск, Россия

ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АЛЮМИНИЕВОГО И ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА, АССОЦИИРОВАННАЯ С ВОЗДЕЙСТВИЕМ ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ РИСКА

Проведена оценка качества среды обитания на селитебной территории в зоне влияния предприятий алюминиевой и целлюлозно-бумажной промышленности. Установлено, что уровень загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды и почвы бенз(а)пиреном, взвешенными веществами, фтористыми соединениями, формальдегидом, фенолом и ароматическими углеводородами превышает действующие гигиенические нормативы до 12 ПДК_{сс}, в объектах среды обитания постоянно присутствуют марганец, алюминий, никель, хром. Хроническое поступление загрязняющих веществ формирует для населения неприемлемый риск развития заболеваний (ТНІ=1.37–15.75). Уровень риск-ассоциированной заболеваемости населения от 1.5 до 2.6 раз превышает показатели территорий санитарно-гигиенического благополучия. Доказано, что хроническое присутствие в биосредах населения изучаемых загрязняющих веществ снижает функциональную активность адаптационных механизмов защиты сердечно-сосудистой, вегетативной нервной системы и органов детоксикации.

Ключевые слова: состояние здоровья; население селитебных территорий; предприятия лесопромышленного комплекса; предприятия по производству алюминия.

N. V. Zajceva^{a,b}, O. J. Ustinova^{a,b}, S. L. Valina^b, M. A. Zemlyanova^{a,b}, I. G. Zhdanova-Zaplevichenko^c, K. P. Luzhetsky^{a,b}, O. A. Maklakova^{a,b}, S. V. Kleyn^{a,b}

^a FSC for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, Russian Federation

^b Perm State University, Perm, Russian Federation

^c Administration of Rosпотребнадзор in Irkutsk region, Irkutsk, Russian Federation

MORBIDITY OF THE ADULT POPULATION IN RESIDENT AREAS EXPOSED TO OF ALUMINUM AND PULP-AND-PAPER INDUSTRY ENTERPRISES AND ASSOCIATED WITH THE CHEMICAL RISK FACTORS

Sanitary and hygienic evaluation of the environment in the resident area exposed to aluminum and pulp-and-paper industry sites was carried out. It was established that the level of pollution of air, drinking-water and soil by benzapyrene, suspended materials, fluorine compounds, formaldehyde, phenol and aromatic hydrocarbons exceeds health standards in force up to 12 daily average TLV, manganese, aluminum, nickel, and chrome were always present at the sites of the resident area. Chronic complex combined intake of priority pollutant substances forms an unacceptable risk to the population to develop diseases of respiratory system, cardiovascular and nervous system, locomotor apparatus, gastrointestinal tract, blood and blood making organs (THI=1.37–15.75). Level of risk-associated diseases to the population is 1.5 to 2.6 times higher than this value in the territories of sanitary and hygienic well-being. This risk is caused by an elevated concentration of substances under research in human media. It was proved that chronic presence of aluminum, manganese, nickel, phenol, formaldehyde and aromatic hydrocarbons in human environment lowers adaptation mechanisms activity of protection of the cardiovascular, autonomic nervous system and organs of detoxification.

Key words: health status; resident area population; timber industry enterprises; aluminum smelting enterprises.

Одной из важнейших задач государственной политики современной России является развитие человеческого потенциала. Решение этой задачи возможно в условиях обеспечения устойчивого са-

нитарно-эпидемиологического благополучия среды обитания [Зайцева, 2011; О состоянии санитарно-эпидемиологического ..., 2015; О состоянии и об охране ..., 2015]. Развитие промышленного потен-

циала РФ сопряжено с высоким риском формирования целого ряда экологических проблем, наиболее остро выраженных на селитебных территориях, находящихся в зонах влияния комплекса предприятий с многопрофильным производством [Онищенко, Зайцева, Землянова, 2011; Зайцева, Устинова, Аминова, 2011; О состоянии и об охране ..., 2015]. В настоящее время 60.9% населения страны (89.1 млн чел.) проживают в неблагоприятных санитарно-гигиенических условиях среды обитания [О состоянии санитарно-эпидемиологического ..., 2015].

Алюминиевая промышленность – перспективная отрасль российской цветной металлургии, на долю которой приходится 9% мирового производства алюминия [Винокуров, Суходолов, 2010; Гресь, 2014]. В РФ $\frac{3}{4}$ промышленных комплексов по производству алюминия расположены на территории Восточной Сибири [Гресь, 2014]. Кроме того, Восточная Сибирь, располагая богатейшим ресурсным потенциалом, производит 22% товарной продукции лесопромышленного комплекса России [Винокуров, Суходолов, 2010]. Интенсификация и диверсификация промышленного производства на предприятиях перерабатывающего профиля нередко являются причинами снижения качества и ухудшения санитарно-гигиенических характеристик объектов среды обитания [Воздействие ..., 2013; О состоянии и об охране ..., 2015]. Результаты исследований, проведенных на территориях с размещением предприятий алюминиевого и лесопромышленного комплексов показывают, что в перечень приоритетных веществ, загрязняющих объекты среды обитания, входят: диАлюминия триоксид, фториды, бенз(а)пирен, взвешенные вещества, фенол, ароматические углеводороды, метилмеркаптан, оксид углерода, оксиды и диоксиды азота и серы, аммиак, хлористый и цианистый водород и т.д., среднегодовые концентрации которых в атмосферном воздухе могут достигать 20 ПДК_{с.с.}, а среднее содержание фторидов в почвенных горизонтах нередко превышает фоновые значения до 40 раз [Винокуров, Суходолов, 2010]. На территории Восточной Сибири в условиях одновременного воздействия выбросов предприятий алюминиевого и целлюлозно-бумажного производства проживает около 1.3 млн чел., при этом результаты медико-демографических исследований свидетельствуют о повышенном (более 7%) уровне первичной заболеваемости населения и неблагоприятной динамике смертности [Баженова, 2007; Винокуров, Суходолов, 2010]. В то же время, данные о структуре заболеваемости взрослого населения, идентификации и параметризации связи отдельных классов болезней с факторами риска, формируемыми сочетанной деятельностью предприятий алюминиевого и целлюлозно-бумажного профиля, недостаточны и требуют дальнейшего изучения.

Целью исследования являлось изучение особенностей и выявление связи соматической неин-

фекционной заболеваемости взрослого населения с приоритетными факторами риска, формируемыми деятельностью предприятий алюминиевого и целлюлозно-бумажного профиля.

Материалы и методы

Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха, питьевой воды и почвы на изучаемых территориях проводилась по данным мониторинговых наблюдений (2014–2016 гг.) и натурных исследований, выполненных территориальным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии». В ходе исследования было отобрано 5 972 разовых и 676 суточных проб атмосферного воздуха, 1 168 проб питьевой воды, 482 пробы почвы. Оценка качества объектов среды обитания проводилась отделом социально-гигиенического мониторинга ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН» (зав. отделом – к.м.н. Клейн С.В.) в соответствии с положениями актуальных нормативно-методических документов: ГН 2.1.6.1338-03; ГН 2.1.6.2309-07; ГН 2.2.5.1315-03; ГН 2.1.7.2041-06; ГН 2.1.7.2511-09; СанПиН 2.1.6.1032-01; СанПиН 2.1.4.1074-01; СанПиН 2.1.7.1287-03; РД 52.04.186-89. Оценку и выделение приоритетных факторов риска неканцерогенных и канцерогенных эффектов выполняли по методологии оценки риска в соответствии с Руководством 2.1.10.1920-04. Расчет индекса опасности (НИ) для критических органов и систем проводили с учетом каждого из путей поступления и аддитивного эффекта действия химических веществ при их комбинированном поступлении (отдел биохимических и цитогенетических методов исследования ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН»; зав. отделом – д.м.н. Землянова М.А.).

Оценка заболеваемости населения на популяционном уровне выполнялась по данным территориального фонда ОМС за период 2012–2015 гг. (отдел социально-гигиенического мониторинга ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН»; зав. отделом – к.м.н. Клейн С.В.).

Для выявления особенностей нарушений соматического здоровья и установления связи отдельных классов болезней с факторами риска проведено изучение индивидуальных показателей заболеваемости и функционального состояния органов и систем у 90 человек взрослого населения (группа наблюдения) в возрасте 20–45 лет (средний возраст: 37.2±2.2 года), проживающих в крупном промышленном центре с размещением завода по производству алюминия и целлюлозно-бумажного комбината и не работающих на данных предприятиях. Группу сравнения составили 42 жителя поселка городского типа аналогичного возраста (средний возраст: 36.8±2.4 года, $p=0.68$). Территория проживания группы сравнения характеризовалась размещением предприятий историко-культурного и рекреационного типа. Обе группы были сопоставимы по гендерному признаку (мужчины: группа наблюдения – 34.4%, группа сравнения – 38.1%, $p=0.68$; женщины: 65.6 и 61.9% соответствен-

но, $p=0.69$), социально-экономическим критериям ($p=0.74-0.83$) и образу жизни ($p=0.62-0.79$).

Клинические исследования проводились в рамках программы углубленного клинико-функционального обследования, направленной на выявление негативных эффектов со стороны критических органов и систем (органы дыхания, сердечно-сосудистая и иммунная системы, печень, нервная система и опорно-двигательный аппарат, кровь и кроветворные органы). Помимо медико-социологического анкетирования и общеклинического осмотра терапевтом, программа включала проведение электрокардиографического и спирометрического исследований («Schiller AT-102 plus», «Schiller PS spirometry»; Schiller AG, Швейцария), кардиоинтервалографии («Поли-Спектр-8/ЕХ»; Нейрософт, Россия) и ультразвукового исследования эндотелий-зависимой вазодилатации, желудочно-кишечного тракта и селезенки («Vivid q»; GE Vingmed Ultrasound AS, Норвегия). Результаты обследования в комплексе с лабораторными данными (общеклинические, биохимические, иммунологические, иммуноферментные, цитологические) являлись основанием для верификации индивидуальных клинических диагнозов. Анализ заболеваемости проводился по классам и нозологическим формам болезней.

Химико-аналитические исследования биосред (отдел химико-аналитических исследований ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН»; зав. отделом – д.б.н. Уланова Т.С.) на содержание загрязняющих веществ (кровь: алюминий, марганец, никель, бензол, формальдегид, фенол, о-ксилол; моча: алюминий, фторид-ион) осуществляли в соответствии с действующими методическими указаниями (МУК 4.1.2102–4.1.2116–06; МУК 4.1.2102–4.1.2116–06) по утвержденным методикам [МУК 2013, МУК 2016]. Исследования проводились на аналитическом оборудовании: хроматограф газовый Хроматэк-Кристалл 5000.2 (Россия), хроматограф жидкостной с диодно-матричным и флуориметрическим Agilent 1200 (США) детекторами, масс-спектрометр с индуктивно связанной аргонной плазмой Agilent 7500сх (США), иономер автоматизированный ИЛА-2 (Россия).

Статистическую обработку данных проводили с помощью пакета программ SPSS 19.0 for Windows. Оценка различий между анализируемыми группами выполнялась с помощью непараметрического критерия U Манна-Уитни. Различия в группах считали статистически достоверными при значении $p\text{-value} \leq 0.05$. При обнаружении статистически достоверных различий между переменными для оценки тесноты и направления связи применяли коэффициенты связи для номинальных шкал – Фи-коэффициент для таблиц сопряженности 2×2 [Четыркин, 1977].

Результаты и их обсуждение

Результаты исследования показали неудовлетворительное качество атмосферного воздуха территории наблюдения по содержанию бенз(а)пирена (до 10.3 ПДК_{с.с.}), взвешенных веществ (до 12.5 ПДК_{с.с.}) фтористого водорода (до 1.2 ПДК_{с.с.}), фтористых газообразных соединений (до 12.4 ПДК_{с.с.}), формальдегида (до 6.6 ПДК_{с.с.}), фенола (до 4.8 ПДК_{с.с.}), бензола (до 1.8 ПДК_{с.с.}), ксилола (до 2.7 ПДК_{с.с.}), а также постоянное присутствие в пределах 1 ПДК_{с.с.} фторидов, марганца, алюминия, никеля, хрома. В питьевой воде ЦХПВ установлено присутствие марганца, никеля, хрома, фторидов в пределах 1 ПДК. Качество почвы по содержанию свинца и фтора не соответствовало требованиям гигиенических нормативов: в 13.3% проб установлено превышение содержания свинца (до 2.1 ПДК), а в 83.3% проб – фтора (до 4.7 ПДК). На территории сравнения качество атмосферного воздуха, питьевой воды и почвы соответствовало гигиеническим нормативам.

Оценка риска развития у населения территории наблюдения неканцерогенных эффектов при комплексном и комбинированном поступлении изучаемых химических веществ показала, что величины суммарных индексов опасности соответствуют уровню неприемлемого риска со стороны органов дыхания (ТНІ=15.75), сердечно-сосудистой (ТНІ=2.09) и нервной (ТНІ=7.51) и иммунной систем (ТНІ=12.75), опорно-двигательного аппарата (ТНІ=1.37), печени (ТНІ=2.89), крови и кроветворных органов (ТНІ=6.27). Долевой вклад аэрогенного фактора в суммарный индекс опасности составил 74–100%, питьевой воды – 0.1–26%. Приоритетными факторами риска (долевой вклад в $\text{HSc} \geq 10\%$) развития неканцерогенных эффектов являлись: для органов дыхания – формальдегид (долевой вклад в HSc 36.9%), взвешенные вещества (35.0%), марганец (12.9%), фенол (12.3%); для сердечно-сосудистой системы – фенол (76.6%); для органов желудочно-кишечного тракта – фенол (69.2%), ксилол (30.8%); для нервной системы – марганец (52.6%), алюминий (17.3%), фенол (15.6%), никель (12.0%); для опорно-двигательного аппарата – фториды (87.6%), алюминий (12.4%); для системы крови и органов кроветворения – никель (36.8%), бензол (13.5%). Результаты оценки неканцерогенного риска на территории сравнения свидетельствовали об отсутствии недопустимого риска развития соматической патологии, связанной с изучаемыми факторами.

Оценка индивидуального канцерогенного риска показала, что для территории наблюдения общая дополнительная вероятность развития у индивидуума в течение жизни онкологической патологии составляет 2.8×10^{-4} («неприемлемый» риск). Вклад атмосферного воздуха в общий канцерогенный

риск достигает 94.8%, при этом приоритетными факторами канцерогенного риска являются хром⁺⁶ (1.6×10^{-4}) (долевой вклад 42.3%) и формальдегид (1.1×10^{-4}) (долевой вклад 42.3%). Результаты оценки индивидуального канцерогенного риска на территории сравнения свидетельствовали об отсутствии недопустимого риска развития онкологической патологии, связанной с изучаемыми факторами.

Эпидемиологический анализ данных обращаемости за медицинской помощью в изучаемый период показал, что общий уровень заболеваемости взрослого населения на территориях исследования не имел существенных различий (территория наблюдения – 2961.3–3623.9‰; территория сравнения – 2977.5–3586.4‰, $p=0.89$), однако заболеваемость сердечно-сосудистой патологией и болезнями

органов пищеварения у населения территории наблюдения была в 1.3–2.0 раза выше ($p=0.02–0.03$), а риски развития болезней опорно-двигательного аппарата, крови и кроветворных органов, нервной системы в 2.4–5.5 раза превышали аналогичные на территории сравнения ($p=0.01–0.04$).

В ходе химико-аналитических исследований установлено, что содержание в крови пациентов группы наблюдения алюминия, марганца, никеля, бензола, формальдегида, фенола и о-ксилола в 1.4–2.4 раза превышало показатели группы сравнения ($p=0.0001–0.041$) (табл. 1), а количество проб крови с повышенным содержанием загрязняющих веществ достигало 24.4% (алюминий) – 100% (о-ксилол).

Таблица 1

Содержание загрязняющих веществ в биосредах населения территорий исследования, мг/дм³

Биосреда	Вещество	Среднее значение ± ошибка (M±m)		Анализ частот относительно показателя в группе сравнения, %		Кратность различий средних, раз	Достоверность различий средних ($p \leq 0.05$)
		Группа наблюдения	Группа сравнения	выше	ниже		
Кровь	Алюминий	0.020±0.005	0.014±0.003	24.4	0.0	1.4	0.041
	Марганец	0.012±0.001	0.008±0.001	91.3	8.7	1.5	0.0001
	Никель	0.004±0.0004	0.001±0.0005	19.6	63.0	2.0	0.0001
	Бензол	0.0009±0.0002	нпо	25.0	0.0	-	0.001
	Формальдегид	0.025±0.004	0.013±0.005	55.6	2.2	1.9	0.001
	Фенол	0.053±0.006	0.022±0.005	89.6	4.2	2.4	0.0001
	О-ксилол	0.005±0.0005	нпо	100.0	0.0	-	0.0001
Моча	Алюминий	0.025±0.004	0.009±0.004	70.5	0.0	2.8	0.0001
	Фторид-ион	0.592±0.076	0.337±0.075	68.9	2.2	1.8	0.0001

Средняя концентрация фторид-иона и алюминия в моче была в 1.8–2.8 раза выше, чем в группе сравнения и превышала референтные значения (RfL фтор-иона в моче 0.2 мг/дм³, алюминия в моче 0.0065±0.0035 мг/дм³ [Клиническое ..., 2003]) в 3.0 и 3.9 раз ($p=0.0001$), при этом количество проб мочи с повышенным уровнем фторид-иона достигало 68.9, а алюминия – 70.5%.

На основании данных клинико-функционального исследования установлено, что в группе на-

блюдения наиболее распространенными видами патологии являлись болезни органов пищеварения, нервной системы, органов кроветворения и иммунной системы, которые были диагностированы у 50–70% обследованных, при этом заболеваемость болезнями костно-мышечной, нервной системы, органов кроветворения и иммунной системы в 1.4–3.0 раза превышала показатели группы сравнения ($p=0.01–0.04$) (табл. 2).

Таблица 2

Структура заболеваемости населения территорий исследования по классам болезней, %

Класс болезней	Группа наблюдения	Группа сравнения	Достоверность различий, ($p \leq 0.05$)
Болезни органов кровообращения (I00-I99)	13.3	13.6	0.97
Болезни органов дыхания (J00-J99)	36.6	36.3	0.97
Болезни органов пищеварения (K00-K93)	70.0	68.1	0.86
Болезни костно-мышечной системы (M00-M99)	22.2	13.6	0.02
Болезни нервной системы (G00-G99)	70.0	50.0	0.04
Болезни органов кроветворения и иммунной системы (D10-D89)	50.0	22.2	0.01

Частота регистрации сердечно-сосудистых заболеваний в сравниваемых группах не имела статистически значимых различий (13.3 против 13.6%; $p=0.97$), при этом в структуре патологии

органов кровообращения в обеих группах преобладала артериальная гипертензия (МКБ-10: I10-I15) (75–100%; $p=0.35$) (табл. 2, 3).

Анализ данных ЭКГ показал, что для обследован-

ных обеих групп было характерно нормальное положение электрической оси сердца и физиологические параметры временных показателей (зубец Р, интервал PQ, комплекс QRS, интервала Q–T), которые не имели значимых межгрупповых различий ($p=0.10-0.60$). В то же время в группе наблюдения синусовая брадикардия и миграция водителя ритма регистрировались у каждого пятого обследованного (18.5%), в то время как в группе сравнения такие нарушения встречались в 2.8 раза реже (6.7%) ($p=0.03$). Выявлена прямая

связь развития нарушений процессов проводимости в миокарде – с концентрацией в крови фенола ($R^2=0.37$; $F=111.43$; $p=0.03$). В ходе исследования эндотелий-зависимой вазодилатации у пациентов группы наблюдения установлены более низкие значения прироста диаметра и коэффициента чувствительности артерий ($p=0.03-0.04$), что свидетельствует о наличии ранней доклинической стадии формирования сосудистых изменений (табл. 4).

Таблица 3

Структура заболеваемости по основным нозологическим формам населения территорий исследования, %

Классы заболеваний МКБ-10	Нозологические формы	Группа наблюдения	Группа сравнения	Достоверность различий, ($p \leq 0.05$)
Болезни органов кровообращения (I00-I99)	Артериальная гипертензия (I10-I15)	75.0	100.0	0.35
	Малые аномалии развития сердца (I34.1)	16.6	0	0.44
	Ревматическая болезнь сердца (I05-I09)	8.3	0	0.60
Болезни органов дыхания (J00-J99)	Хронический риносинусит (J32)	48.4	25.0	0.03
	Хронический тонзиллит (J35.0)	39.3	25.0	0.05
	ХОБЛ (J44)	29.0	36.0	0.52
Болезни органов пищеварения (K00-K93)	Неспецифический язвенный колит (K51)	1.5	0	0.63
	ДЖВП (K80-K87)	38.0	16.6	0.04
	Постхолецистэктомический синдром (K91.5)	4.7	0	0.39
	Желчно-каменная болезнь (K80)	7.9	0	0.26
	Хронический бескаменный холецистит (K81.1)	27.0	33.0	0.62
	ГЭРБ (K21)	6.3	0	0.31
	Хронический панкреатит (K86)	9.5	0	0.21
	Язвенная болезнь желудка и 12-перстной кишки (K25-K26)	3.1	0	0.69
Хронический гастрит и дуоденит (K29)	49.2	23.3	0.04	
Болезни костно-мышечной системы (M00-M99)	Поражение межпозвонковых дисков (M50-M51)	58.0	66.6	0.62
	Ревматический полиартрит (M00-M13)	5.0	0	0.69
	Дорсопатия (M40-M54)	85.0	33/3	0/04
Болезни нервной системы (G00-G99)	Синдром вегетативной дистонии (G92-G99)	100/0	100/0	0.99
Болезни органов кровообращения и иммунной системы (D50-D89)	Вторичное иммунодефицитное состояние (D80-D89)	65.0	0	0.01
	Анемия нормохромная (D50-D53)	15.0	63.6	0.01
	Анемия гипохромная (D50-D53)	20.0	36.3	0.32

Таблица 4

Состояние эндотелий-зависимой вазодилатации у населения территорий исследования, %

Показатели эндотелий-зависимой вазодилатации	Группа наблюдения	Группа сравнения	Достоверность различий, ($p \leq 0.05$)
Прирост диаметра $\geq 10\%$	100.0	100.0	1.0
Прирост диаметра $< 10\%$	-	-	-
Из них отсутствие прироста диаметра	-	-	-
Относительный прирост диаметра плечевой артерии, %	12.11 \pm 2.01	17.6 \pm 2.95	0.03
Коэффициент чувствительности плечевой артерии, у.е	0.147 \pm 0.03	0.167 \pm 0.05	0.04

Установлена прямая связь снижения прироста диаметра плечевой артерии и коэффициента чувствительности артерий – с концентрацией в крови фенола ($R^2=0.22-0.31$; $29.88 \leq F < 91.63$; $p=0.02-0.04$). Полученные результаты совпадают с данными литературы о прямом кардиотоксическом действии фенола с угнетением процессов возбудимости, проводимости и автоматизма миокарда, в основе которых лежат рас-

стройства ионообмена и энергетического баланса кардиомиоцитов, а фенол-индуцированное снижение активности внутриклеточных транспортных белков на фоне истощения системы антиоксидантной защиты и дисфункции вегетативной регуляции сопровождается развитием нарушений сосудистого тонуса [Баженова, 2007; Зайцева, Устинова, Аминова, 2011;

Онищенко, Зайцева, Землянова, 2011; Методика ..., 2016].

У 70% обследованных группы наблюдения были диагностированы хронические заболевания желудочно-кишечного тракта, что не имело существенного различия с группой сравнения (68.1%, $p=0.86$) (табл. 2), однако, частота регистрации патологии билиарного тракта (78%) в 1.6 раза превышала показатель группы сравнения (49.6%, $p=0.03$) (табл. 3). По данным сканирования ни у одного из пациентов группы наблюдения не установлено физиологической ультразвуковой нормы билиарного тракта, а в группе сравнения такой вариант регистрировался у каждого четвертого (23.1%, $p=0.03$). Изменение стенок желчного пузыря, как признак хронического воспалительного процесса, в группе наблюдения выявлены у большинства обследованных (87.5 против 59.2% в группе сравнения, $p=0.03$), а явления дисхолии – у каждого пятого (18.8 против 0%, $p=0.05$). Установлена прямая достоверная связь развития патологии билиарного тракта с концентрацией в крови фенола и ксилола ($R^2=0.28-0.41$; $14.73 \leq F \leq 193.11$; $p < 0.05$), являющихся причиной формирования вегетативных дисфункций билиарного тракта с развитием моторно-тонических и эвакуаторных нарушений [Онищенко и др., 2004; Онищенко, Зайцева, Землянова, 2011].

Болезни нервной системы у пациентов группы наблюдения были одним из приоритетных видов патологии (70.0% обследованных) и регистрировались в 1.4 раза чаще, чем в группе сравнения (50.0%, $p=0.04$). Основной нозологической формой данной патологии в группе наблюдения (100% пациентов) являлась вегето-сосудистая дистония. Выявлена прямая достоверная связь развития заболеваний нервной системы с концентрацией марганца, алюминия и никеля в крови ($R^2=0.52-0.85$;

$141.67 \leq F \leq 714.33$; $p=0.03-0.05$). По данным кардиоинтервалографии установлено, что лишь 37% обследованных группы наблюдения имели физиологический эйтонический вариант исходного вегетативного тонуса, в то время как в группе сравнения он регистрировался в 1.6 раза чаще – у 60.0% ($p=0.04$). В то же время ваготонический и гиперсимпатикотонический варианты, свидетельствующие о перенапряжении вегетативной регуляции, были установлены у половины обследованных группы наблюдения (51.8 против 20.0%, $p=0.02$). Установлена обратная связь частоты регистрации эйтонического варианта исходного вегетативного тонуса с концентрацией в крови марганца и алюминия ($R^2=0.41-0.54$; $83.32 \leq F \leq 147.24$; $p=0.03-0.04$). Сравнительный анализ показателей активности гуморально-метаболического (Mo) и симпатического (AMo) звеньев вегетативной регуляции не выявил значимых различий ($p=0.53-0.80$), однако активность парасимпатического звена (Dx) в группе наблюдения в 1.5 раза превышала показатель группы сравнения ($p=0.05$), а интегральный показатель – индекс напряжения (ИН1), характеризующий состояние центрального контура регуляции и чувствительный к усилению тонуса симпатической нервной системы, был в 1.4 раза ниже ($p=0.04$). В ходе клиноортостатической пробы установлено, что симпатикотонический вариант вегетативной реактивности регистрировался в группе наблюдения в 1.5 раза реже ($p=0.04$), а менее благоприятный – гиперсимпатикотонический, выявлялся в 1.6 раза чаще ($p=0.05$). Асимпатикотонический тип реактивности, свидетельствующий об отсутствии ожидаемого напряжения адаптационно-компенсаторных механизмов, в группе наблюдения имел место у каждого четвертого обследованного, что в 2.5 раза чаще, чем в группе сравнения ($p=0.05$) (табл. 5).

Таблица 5

Типы вегетативной реактивности у населения территорий исследования, %

Вегетативная реактивность	Группа наблюдения	Группа сравнения	Достоверность различий, ($p \leq 0.05$)
Асимпатикотоническая	24.8	10.0	0.05
Симпатикотоническая	49.3	74.0	0.04
Гиперсимпатикотоническая	25.9	16.0	0.05

Установлена обратная связь частоты регистрации симпатикотонического варианта вегетативной реактивности с концентрацией в крови марганца и алюминия ($R^2=0.28-0.46$; $16.28 \leq F \leq 91.38$; $p=0.02-0.04$). Полученные результаты свидетельствуют о перенапряжении и истощении механизмов вегетативной регуляции у половины обследованных пациентов группы наблюдения, что в сочетании с нарушениями эндотелий-зависимой вазодилатации формирует предпосылки для более раннего развития и быстрого прогрессирования сердечно-

сосудистой патологии. Согласно данным литературы, развитие вегетативных дисфункций обусловлено антихолинэстеразным механизмом действия металлов на фоне стимуляции парасимпатических структур вегетативной нервной системы, оксидативного стресса и угнетения выработки нейротрансмиттеров [Онищенко и др., 2004; Зайцева, Устинова, Аминова, 2011; Онищенко, Зайцева, Землянова, 2011].

Частота развития болезней опорно-двигательного аппарата у взрослого населения группы на-

блюдения в 1.6 раз превышала показатель группы сравнения ($p=0.02$) (см. табл. 2). Доминирующим видом патологии данного класса являлись дорсопатии, диагностированные у 85% пациентов, в то время как в группе сравнения – только у 33.3% ($p=0.04$) (см. табл. 3). Установлена прямая связь развития патологии позвоночника с концентрацией в крови алюминия ($R^2=0.41$; $F=15.78$; $p=0.02$), в основе которой лежит нарушение фосфорно-кальциевого обмена с развитием остеохондропатий [Онищенко и др., 2004; Онищенко, Зайцева, Землянова, 2011; Гресь, 2014].

Хронические болезни органов дыхания регистрировались в сравниваемых группах с близкой частотой (36.6 против 36.3%; $p=0.97$) (см. табл. 2), однако хронические воспалительные и лимфопролиферативные заболевания верхних дыхательных путей в группе наблюдения выявлялись в 2.0 раза чаще ($p=0.03-0.05$). Установлена достоверная связь развития хронических воспалительных и лимфопролиферативных заболеваний верхних дыхательных путей – с концентрацией в крови марганца, формальдегида и фенола ($R^2=0.18-0.35$; $11.99 \leq F \leq 194.34$, $p=0.02-0.04$). Хронические obstructивные заболевания органов дыхания встречались в сравниваемых группах с близкой частотой (29.0 против 36.0%; $p=0.52$) (см. табл.3), а анализ данных спирографии не выявил достоверных различий скоростных показателей ($p=0.26-0.88$), что свидетельствует о том, что риск-ассоциированная патология органов дыхания у взрослого населения территории исследования связана с преимущественно ирритантным поражением верхних отделов дыхательных путей и развитием неспецифических воспалительных и лимфо-пролиферативных процессов.

Результаты клинико-лабораторных исследований показали, что заболевания крови и иммунной системы у пациентов группы наблюдения встречались в 2.3 раза чаще (50.0 против 22.2% в группе сравнения; $p=0.97$) (см. табл. 2). Клинические признаки вторичного транзиторного иммунодефицита имели место у 65% обследованных группы наблюдения (в группе сравнения – 0.0%; $p=0.01$), а случаи нормохромной или гипохромной анемии (МКБ10: D50-D53) диагностировались только у 15–20% пациентов. В группе сравнения доминирующими видом патологии этого класса являлась нормохромная или гипохромная анемия (36.3–63.6% пациентов; $p=0.01-0.32$) (см. табл. 3). Ультразвуковое исследование селезенки не выявило существенных различий размеров и морфологического строения органа у пациентов сравниваемых групп ($p=0.23-0.77$), однако установлена достоверная связь развития вторичного транзиторного иммунодефицита с концентрацией в крови никеля, бензола и формальдегида ($R^2=0.21-0.37$;

$39.72 \leq F \leq 106.88$; $p=0.02-0.04$). Результаты исследования совпадают с данными литературы о снижении абсолютного содержания и функциональной активности иммунокомпетентных клеток в условиях хронического воздействия химических веществ техногенного происхождения [Баженова, 2007; Зайцева, Устинова, Аминова, 2011].

Результаты комплексных санитарно-гигиенических и клинико-функциональных исследований, проведенных на селитебной территории в зоне влияния предприятий алюминиевого и целлюлозно-бумажного производства, позволяют сделать следующие **выводы**:

1. На селитебных территориях, находящихся в зоне сочетанного влияния предприятий алюминиевого и целлюлозно-бумажного профиля, загрязнение атмосферного воздуха, питьевой воды и почвы бенз(а)пиреном, взвешенными веществами, фтористыми соединениями, формальдегидом, фенолом, ароматическими углеводородами, металлами существенно превышает гигиенические нормативы, что формирует неприемлемый риск развития у населения заболеваний органов дыхания, сердечно-сосудистой, нервной и иммунной системы, опорно-двигательного аппарата, желудочно-кишечного тракта, а также развития онкологической патологии.

2. Хроническое присутствие в биосредах населения приоритетных для алюминиевого и целлюлозно-бумажного производства загрязняющих веществ снижает функциональную активность адаптационных механизмов защиты сердечно-сосудистой, вегетативной нервной системы и органов детоксикации.

3. Уровень заболеваемости населения болезнями органов дыхания, желудочно-кишечного тракта, иммунной системы, опорно-двигательного аппарата более чем в 2.5 раза превышает показатели территорий санитарно-гигиенического благополучия и обусловлен присутствием в биосредах повышенных концентраций приоритетных загрязняющих веществ (алюминий, марганец, никель, формальдегид, фенол, ароматические углеводороды).

Библиографический список

- Баженова Л.Н. Органические суперэкоотоксиканты. Аналитический аспект: курс лекций. Екатеринбург, 2007. 261 с.
- Винокуров М.А., Суходолов А.П. Города Иркутской области. Иркутск: Изд-во БГУ, 2010. 344 с.
- Воздействие взвешенных частиц на здоровье. Значение для разработки политики в странах Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии / ВОЗ. Европейское региональное бюро, 2013. 15 с.
- Гресь Н.А. Элементоз избытка алюминия распространенность у населения клинические и биоло-

- гические аспекты. Саарбрюккен: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. 112 с.
- Зайцева Н.В., Устинова О.Ю., Аминова А.И. Гигиенические аспекты нарушения здоровья детей при воздействии химических факторов среды обитания: руководство / под ред. Н.В. Зайцевой. Пермь: Кн. формат, 2011. 489 с.
- Измерение массовых концентраций химических соединений в биологических средах: сб. метод. указаний по методам контроля. М., 2013. С. 19–28.
- Клиническое руководство по лабораторным тестам / под ред. проф. Норберта У. Тица; пер. с англ. под ред. В. В. Меньшикова. М.: ЮНИМЕД–пресс, 2003. 960 с.
- Методика измерений массовых концентраций алюминия в биологических средах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой: СТО М25–2016. Пермь, 2016. 21 с.
- О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации в 2015 году: государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2016. 200 с.
- О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2015 году. Иркутск: Время странствий, 2016. 316 с.
- Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Землянова М.А. Гигиеническая индикация последствий для здоровья при внешнесредовой экспозиции химических элементов. Пермь: Кн. формат, 2011. 532 с.
- Онищенко Г.Г. и др. Научно-методические аспекты обеспечения гигиенической безопасности населения в условиях воздействия химических факторов. М.: Мед. кн., 2004. 368 с.
- Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. М.: Статистика, 1977. 356 с.
- tion in 2015: State report]. Moscow, 2016, 200 p. (In Russ.).
- O sostojanii i ob ochrane okružajuščej sredy Irkutskoj oblasti v 2015 godu [On the state and protection of the environment in the Irkutsk region in 2015. State report]. Irkutsk, Vremja stranstvij Publ., 2016, 316 p. (In Russ.).
- Gres' N.A. *Ėlementoz izbytko aljuminija rasprostranennost' u naselenija kliničeskie i biologičeskie aspekty* [Elementosis of excess aluminum prevalence in the population of clinical and biological aspects]. Saarbryukken, LAP LAMBERT Academic Publ., 2014, 112 p. (In Russ.).
- Zajceva N.V., Ustinova O.Y., Aminova A.I. *Gigieničeskie aspekty narušenija zdorov'ja detej pri vozdejstvii chimičeskich faktorov sredy obitanija* [Hygienic aspects of violation of children's health under the influence of chemical factors of the environment: management]. Perm, Knižnyj format Publ., 2011, 489 p. (In Russ.).
- Izmerenie massovykh koncentracij chimičeskich soedinenij v biologičeskich sredach* [Measurement of mass concentrations of chemical compounds in biological media: Collection of guidelines on methods of control]. Moscow, 2013, pp. 19-28. (In Russ.).
- Tits N.U. (ed.) *Kliničeskoe rukovodstvo po laboratornym testam* [Clinical guidelines for laboratory tests]. Moscow, YUNIMED–press Publ., 2003, 960 p. (In Russ.).
- Metodika izmerenij massovykh koncentracij aljuminija v biologičeskich sredach (krov', moča) metodom mass-spektrometrii s induktivno svjazannoj plazmoj: STO M25-2016* [Method of measurement of mass concentrations of aluminum in biological media (blood, urine) by mass spectrometry with inductively coupled plasma: STO M25-2016]. Perm, 2016, 21 p. (In Russ.).
- Onishchenko G.G., Zajceva N.V., Zemlyanova M.A. *Gigieničeskaja indikacija posledstvij dlja zdorov'ja pri vnešnesredovoj ėkspozicii chimičeskich ėlementov* [Hygienic indication of the health consequences of external exposure of chemical elements]. Perm, Knižnyj format Publ., 2011, 532 p. (In Russ.).
- Onishchenko G.G., Rahmanin Yu.A., Zajceva N.V., Zemlyanova M.A. et al. *Naučno-metodičeskie aspekty obespečenija gigieničeskoj bezopasnosti naselenija v uslovijach vozdejstvija chimičeskich faktorov* [Scientific and methodical aspects of ensuring hygienic safety of the population under conditions of chemical factors]. Moscow, Medicinskaja kniga Publ., 2004, 368 p. (In Russ.).
- Chetyrkin E.M. *Statističeskie metody prognozirovanija* [Statistical methods of forecasting]. Moscow, Statistika Publ., 1977, 356 p. (In Russ.).

References

- Bazhenova L.N. *Organičeskie superėkotosikanty* [Organic supercotoxicants. Analytical aspect: The course of lectures]. Ekaterinburg, 2007, 261 p. (In Russ.).
- Vinokurov M.A., Suhodolov A.P. *Goroda Irkutskoj oblasti* [Cities of Irkutsk region]. Irkutsk, Izdatel'stvo BGU, 2010, 344 p. (In Russ.).
- Vozdejstvie vzvešennykh častic na zdorov'e* [The effects of suspended particles on health. Importance for policy development in Eastern Europe, Caucasus and Central Asia]. VOZ. Regional office for Europe, 2013, 15 p. (In Russ.).
- O sostojanii sanitarno-ėpidemiologičeskogo blagopolučija naselenija Rossijskoj Federacii v 2015 godu* [On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population of the Russian Federa-

Об авторах

Зайцева Нина Владимировна, доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, директор ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» профессор кафедры экологии человека и безопасности жизнедеятельности ФГБОУВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» 614990, Пермь, ул. Букирева, 15; znv@fcrisk.ru; (342)2372534

Устинова Ольга Юрьевна, доктор медицинских наук, доцент, заместитель директора по лечебной работе ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» заведующий кафедрой экологии человека и безопасности жизнедеятельности ФГБОУВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» **ORCID:** 0000-0002-9916-5491 614045, Пермь, ул. Монастырская, 82; ustinova@fcrisk.ru; (342)2363264

Землянова Марина Александровна, доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделом биохимических и цитогенетических методов диагностики ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» **ORCID:** 0000-0002-8013-9613 профессор кафедры экологии человека и безопасности жизнедеятельности ФГБОУВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» 614045, Пермь, ул. Монастырская, 82; zem@fcrisk.ru; (342)2363930

Жданова-Заплесвичко Инга Геннадьевна, кандидат медицинских наук, начальник отдела социально-гигиенического мониторинга Управление Роспотребнадзора по Иркутской области **ORCID:** 0000-0003-0916-0302 664033, Иркутск, ул. Карла Маркса, 8; sgm@38.rospotrebnadzor.ru; (3952)243988

Лужецкий Константин Петрович, кандидат медицинских наук, заведующий клиникой экозависимой и производственно-обусловленной патологии ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» доцент кафедры экологии человека и безопасности жизнедеятельности ФГБОУВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» 614045, Пермь, ул. Монастырская, 82; nemo@fcrisk.ru; (342)2368098

About the authors

Zaitseva Nina Vladimirovna, Doctor of Medicine, Professor, member of the RAS, Director FBSI "Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies". professor of the Department of human ecology and life safety Perm State University 15, Bukirev str., Perm, Russia, 614990; znv@fcrisk.ru; (342)2372534

Ustinova Olga Yurievna, Doctor of Medicine, Associate Professor, Deputy Director for the medical work FBSI "Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies" head of the Department of human ecology and life safety Perm State University **ORCID:** 0000-0002-9916-5491 82, Monastyrskaya str., Perm, 614045, Russia; ustinova@fcrisk.ru; (342)2363264

Zemlyanova Marina Alexandrovna, doctor of medical science, professor, head of the Department of biochemical and cytogenetic diagnostic methods FBSI «Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health» **ORCID:** 0000-0002-8013-9613 professor of the Department of human ecology and life safety Perm State University 82; Monastyrskaja str., Perm, Russia, 614045; zem@fcrisk.ru; (342) 2363930

Zhdanova-Zapslevichko Inga Gennadievna, candidate of medical sciences, head of the Department of social and hygienic monitoring Administration of Rosspotrebnadzor in Irkutsk region **ORCID:** 0000-0003-0916-0302 8, Karl Marx str., Irkutsk, Russia, 664033; sgm@38.rospotrebnadzor.ru; (3952) 243988

Luzhetskij Konstantin Petrovich, candidate of medical sciences, head of the clinic eco-dependent and productioncaused pathologies FBSI "FSC of Medical-Preventive Health Risk Management Technologies" Associate Professor of the Department of Human Ecology and Life Safety Perm State University 82; Monastyrskaja str., Perm, Russia, 614045; nemo@fcrisk.ru; (342)2368098

Валина Светлана Леонидовна, заведующая
отделом гигиены детей и подростков
ФБУН «ФНЦ медико-профилактических техноло-
гий управления рисками здоровью населения»
614045, Пермь, ул. Монастырская, 82;
nemo@fcrisk.ru; (342)2368098

Маклакова Ольга Анатольевна, кандидат
медицинских наук, заведующая консультативно-
поликлиническим отделением
ФБУН «ФНЦ медико-профилактических техноло-
гий управления рисками здоровью населения»
доцент кафедры экологии человека и безопасно-
сти жизнедеятельности
ФГБОУВО «Пермский государственный
национальный исследовательский университет»
614045, Пермь, ул. Монастырская, 82;
Maklakova@fcrisk.ru; (342)2368098

Клейн Светлана Владиславовна, кандидат ме-
дицинских наук, зав. отделом социально-
гигиенического мониторинга
ФБУН «ФНЦ медико-профилактических техноло-
гий управления рисками здоровью населения»
доцент кафедры экологии человека и безопасно-
сти жизнедеятельности
ФГБОУВО «Пермский государственный
национальный исследовательский университет»
614045, Пермь, ул. Монастырская, 82;
kleyn@fcrisk.ru; (342)2371804

Valina Svetlana Leonidovna, Head of the
Department of the Children and adolescent
hygiene
FBSI "FSC of Medical-Preventive Health Risk
Management Technologies"
82; Monastyrskaja str., Perm, Russia, 614045;
nemo@fcrisk.ru; (342)2368098

Maklakova Olga Anatol'evna, candidate of medical
sciences,, Head of the Head of Outpatient
Department
FBSI "FSC of Medical-Preventive Health Risk
Management Technologies"
Associate Professor of the Department of Human
Ecology and Life Safety
Perm State University
82; Monastyrskaja str., Perm, Russia, 614045;
Maklakova@fcrisk.ru; (342)2368098

Kleyn Svetlana Vladislavovna, candidate of
medical sciences, associate professor of the
Department of organic chemistry
Head of Department of social hygienic monitoring
FBSI "Federal Scientific Center for Medical and
Preventive Health Risk Management
Technologies"
Associate Professor of the Department of Human
Ecology and Life Safety
Perm State University
82; Monastyrskaja str., Perm, Russia, 614045;
kleyn@fcrisk.ru; (342)2371804