

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ГИГИЕНЫ

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2022

Нахичеванская Н.В.¹, Коротков В.В.¹, Трухина Г.М.², Савельев С.И.¹

Изучение специфики влияния развитой металлургической промышленности в индустриальном центре на здоровье населения

¹ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области», 398001, Липецк, Россия;

²ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 141014, Мытищи, Московская область, Россия

Введение. Металлургические предприятия Липецка являются не только градообразующими, но и обеспечивают основную антропогенную нагрузку на здоровье населения. Приоритет сохранения здоровья населения определяет значимость изучения детерминант среды обитания на здоровье населения и создаёт условия для организации научных исследований, которые направлены на разработку научно обоснованных рекомендаций, ориентированных на редуцирование данного процесса.

Цель исследования — выявить особенности формирования неинфекционной заболеваемости в индустриальном центре с развитой металлургической промышленностью.

Материал и методы. Использованы данные регионального информационного фонда о состоянии среды обитания, предельно допустимых выбросах г. Липецка, статистические данные по заболеваемости взрослого и детского населения г. Липецка, произведены расчёт индексов сравнительной неканцерогенной опасности и оценка порогов массовой неинфекционной заболеваемости.

Результаты. Проведённый анализ показал, что в результате выполнения на предприятиях города природоохранных мероприятий уровень загрязнения атмосферы существенно снизился. Положительные изменения в состоянии среды обитания подтверждены снижением уровня заболеваемости по отдельным нозологическим единицам. Сопряжённый анализ индексов сравнительной неканцерогенной опасности и заболеваемости населения позволил установить порог массовой неинфекционной заболеваемости по нозологиям для взрослого населения и детей.

Заключение. Несмотря на снижение выбросов от стационарных источников за счёт технологического перевооружения и выполнения природоохранных мероприятий и, как следствие, снижения заболеваемости по многим нозологиям, остаётся много нерешённых проблем.

Ключевые слова: заболеваемость; загрязнение; антропогенная нагрузка; элементный статус; металлургическое производство

Соблюдение этических стандартов. Исследования осуществлялись в соответствии с этическими принципами, изложенными в Хельсинской декларации (1975). Исследование не требовало прохождения экспертизы локальным этическим комитетом.

Для цитирования: Нахичеванская Н.В., Коротков В.В., Трухина Г.М., Савельев С.И. Изучение специфики влияния развитой металлургической промышленности в индустриальном центре на здоровье населения. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2022; 66(2): 152–159. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2022-66-2-152-159>

Для корреспонденции: Нахичеванская Наталья Владимировна, зав. отделением оценки риска ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области», 398001, Липецк. E-mail: monitoring@cge48.ru

Участие авторов: Нахичеванская Н.В. — сбор и обработка материала, написание текста, составление списка литературы, статистическая обработка данных; Коротков В.В. — составление списка литературы, редактирование; Трухина Г.М. — концепция и дизайн исследования, редактирование; Савельев С.И. — концепция и дизайн исследования, написание текста, редактирование. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Поступила 10.12.2021

Принята в печать 28.12.2021

Опубликована 04.05.2022

TOPICAL ISSUES OF HYGIENE

© AUTHORS, 2022

Natalia V. Nakhichevanskaya¹, Vladimir V. Korotkov¹, Galina M. Trukhina², Stanislav I. Saveliev¹

The study of the impact of the developed metallurgical industry on the population health in the industrial centre

¹Centre for Hygiene and Epidemiology in Lipetsk Region, Lipetsk, 398001, Russian Federation;

²F.F. Erisman Federal Research Center of Hygiene, Mytishchi, Moscow Region, 141014, Russian Federation

Introduction. The metallurgical enterprises of the city of Lipetsk are city-forming and provide the main anthropotechnogenic burden on the health of the population. The priority of preserving the health of the population determines the importance of studying the determinants of the environment on the health of the population and creates conditions for the organization of scientific research, which are aimed at developing scientifically based recommendations to reduce this process.

The purpose of the study is to identify the features of the formation of the prevalence of non-communicable diseases in an industrial centre with a developed metallurgical industry.

Material and methods. We used the data of the regional information fund concerning the state of the human environment and public health, the materials of the consolidated volume of maximum permissible emissions (MAE) of the city of Lipetsk, and statistical data. The comparative non-carcinogenic hazard indices and the assessment of mass non-communicable morbidity thresholds were calculated.

Results. The analysis showed that as a result of the implementation of environmental measures at the city's enterprises, there was a significant decrease in the level of atmospheric pollution. Positive changes in the habitat state are confirmed by the incidence rate for individual nosological units. A conjugated analysis of the indices of comparative non-carcinogenic hazard and morbidity made it possible to establish a threshold for mass non-infectious morbidity by nosology for the adult population and children.

Discussion. The incidence rate has also dropped significantly. The improved quality of atmospheric air has erased the apparent dependence of the level and structure of morbidity from the impact of metallurgical production alone.

Conclusion. Despite the decrease in emissions from stationary sources due to technological re-equipment, the implementation of environmental measures, and the incidence of many nosologies, many problems remain unsolved.

Keywords: morbidity; pollution; anthropotechnogenic load; elemental status; metallurgical production

Compliance with ethical standards. The research was carried out under the ethical principles set out in the Declaration of Helsinki (1975). The authors declare that the work presents reliable data, excluding the fabrication and falsification of data.

For citation: Nakhichevanskaya N.V., Korotkov V.V., Trukhina G.M., Saveliev S.I. The study of the impact of the developed metallurgical industry on the population health in the industrial centre. *Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii (Health Care of the Russian Federation, Russian journal)*. 2022; 66(2): 152–159. (in Russian). <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2022-66-2-152-159>

For correspondence: Natalia V. Nakhichevanskaya, Head of the Department of Risk Assessment of the Centre for Hygiene and Epidemiology in the Lipetsk Region, Lipetsk, 398001, Russian Federation. E-mail: monitoring@cge48.ru

Information about the authors:

Nakhichevanskaya N.V., <https://orcid.org/0000-0003-4718-4575>

Korotkov V.V., <https://orcid.org/0000-0003-2138-8094>

Trukhina G.M., <https://orcid.org/0000-0001-9955-7447>

Saveliev S.I., <https://orcid.org/0000-0002-3273-4602>

Contribution of the authors: Nakhichevanskaya N.V. — collection and processing of material, writing the text, compilation of a list of references, statistical data processing. Korotkov V.V. — a compilation of a list of references, editing. Trukhina G.M. — concept and design of the study, editing. Saveliev S.I. — concept and design of the study, writing the text, editing. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Received: December 10, 2021

Accepted: December 28, 2021

Published: May 04, 2022

Введение

В последние десятилетия одной из тревожных тенденций в изменении здоровья населения стало не только увеличение смертности от неинфекционных заболеваний (НИЗ), но и преобладание в развитых странах НИЗ как причины смертности [1]. И поэтому здоровье рассматривается не только как объединённый показатель социального развития, но и является весомым фактором в экономическом прогрессе общества, влияющим на повышение уровня экономического развития территории [2].

Здоровье человека формируется под влиянием интегрированного воздействия факторов внешней среды (антропогенной нагрузки, социально-экономических, образа жизни и т.д.) [3–7].

При этом негативные процессы, происходящие под влиянием факторов окружающей среды, влияют на увеличение заболеваемости практически во всех возрастных группах и зависят не только от возраста, пола, но и от индивидуальных особенностей человека [8–15].

Во многих регионах России сохраняется сложная экологическая ситуация, и Липецк на протяжении десятилетий не является исключением. Основными факторами риска здоровью населения Липецка являются контаминация атмосферного воздуха, воздуха жилых и производственных помещений, загрязнения питьевой воды и почвы. Интегрированное воздействие загрязнителей на организм человека может приводить к развитию токсических эффектов со стороны иммунной системы, центральной нервной системы, почек, печени.

Воздействие негативных факторов окружающей среды на человека может вызывать генетические мутации патологического свойства, которые, закрепившись на генетическом уровне, снижают качество генофонда, что, в конечном счёте, сказывается на качестве трудовых ресурсов государства [16, 17].

В процессе воздействия антропогенных факторов на человека на протяжении длительного времени решается проблема взвешивания пользы и вреда любых действий человека и человечества в целом. В этой связи здоровье расценивается как системообразующий фактор в системе «человек–среда обитания». Сложившийся в настоящее время уровень здоровья населения формирует не только настоящее, но и будущее качество людских ресурсов [18].

Цель исследования — выявить особенности формирования НИЗ в индустриальном центре с развитой металлургической промышленностью.

Материал и методы

Для оценки качества атмосферного воздуха, а также динамики уровня загрязнения атмосферы использовались данные из источников официальной статистики (Федеральная служба государственной статистики, Роспотребнадзор, Росприроднадзор, Министерство природных ресурсов и экологии РФ). Количественный и качественный состав выбросов в атмосферу классифицировали по данным сводного тома предельно допустимых выбросов (ПДВ) города Липецка. Первичную заболеваемость анализировали по данным статистической формы № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациен-

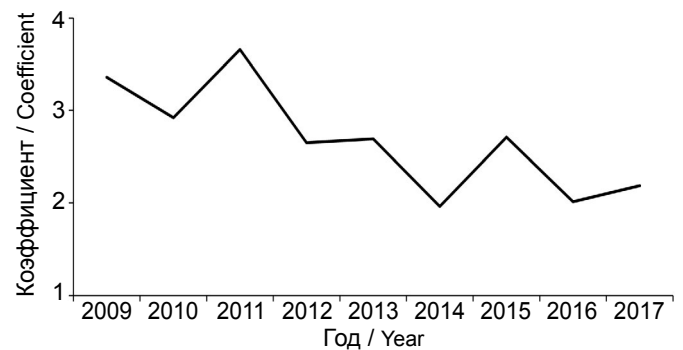


Рис. 1. Динамика суммарного коэффициента загрязнения атмосферного воздуха в Липецке.

Fig. 1. Dynamics of the summary coefficient of atmospheric air pollution in Lipetsk.

тов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации» (по г. Липецку). Исследования проводили за пятилетний период (2015–2019 гг.) с использованием программы Excel Microsoft Office: рассчитаны экстенсивные показатели, для сравнения использовался прямой метод стандартизации показателей. Статистический анализ выполнен стандартными методами описательной статистики.

Для выявления причин и условий возникновения массовых НИЗ проведена идентификация опасности на основании сводного тома ПДВ города и с помощью методических рекомендаций МР 5.11.0081-13¹ оценена опасность возникновения заболеваний по статистически обоснованным критериям. Для оценки зависимости массовой неинфекционной заболеваемости от загрязнителей атмосферного воздуха был применён суммарный индекс сравнительной неканцерогенной опасности (HRI), рассчитанный по методологии Р 2.1.10.1920-04². Расчёт проводился для 285 химических соединений.

Результаты

Анализ динамики суммарного коэффициента загрязнения атмосферного воздуха показал снижение суммарного коэффициента на 35%, или в 1,58 раза³ (рис. 1).

Снижение уровня загрязнения атмосферы подтверждается результатами исследований на стационарных постах наблюдения Липецкого центра по гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды — филиала ФГБУ «Центрально-Чернозёмное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», а также данными Испытательного лабораторного центра ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области».

По данным сводного тома ПДВ Липецка определено, что производственными объектами публичного акционерного общества «Новолипецкий металлургический

¹ МР 5.1.0081-13. Определение порогов массовой неинфекционной заболеваемости и их использование в планировании надзорных мероприятий: Методические рекомендации. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2014. 18 с.

² Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 143 с.

³ Новолипецкий металлургический комбинат. Экологическая программа до 2020 года. Доступно: <https://lipetsk.nlmk.com/tu/responsibility/ecology/environmental-programme-2020/>

Таблица 1. Индексы сравнительной неканцерогенной опасности (HRI) отдельных критических органов и систем и статистических показателей

Table 1. Indexes of comparative non-carcinogenic hazard (HRI) of individual critical organs and systems

Органы и системы Organs and systems	Сумма HRI HRI sum	%
Органы дыхания Respiratory system	13488117.7	26.78
Печень / Liver	8501352.4	16.88
Центральная нервная система Central nervous system	7126102.9	14.15
Почки / Kidneys	6874627.5	13.65
Нервная система Nervous system	6742965.3	13.39
Смертность Mortality	3172717.6	6.3
Кровь / Blood	2836318.4	5.63
Сердечно-сосудистая система Cardiovascular system	310972.0	0.62
Развитие Development	305542.9	0.61
Масса тела Body mass	297872.4	0.59
Иммунная система Immune system	265731.6	0.53

комбинат» (ПАО «НЛМК») ежегодно выбрасывается в атмосферу около 366 тыс. тонн 128 загрязняющих веществ, а это почти 98% от всех стационарных источников города, хотя по отчётной форме 2-ТП «Воздух» валовый выброс ПАО «НЛМК» составляет около 276 тыс. тонн.

В соответствии с информацией статистического сборника «Липецкая область в цифрах» количество транспортных средств с 2000 г. в городе выросло почти в 2,4 раза и в 2019 г. составило 494 930 зарегистрированных автотранспортных средств⁴.

Воздействие на человека вредных факторов среды обитания в условиях длительных, непрерывно повторяющихся превышений установленных гигиенических нормативов в среде обитания обуславливает массовые НИЗ.

Анализ сформированных исходных данных по статистической форме № 12 в виде массива «Показатели первичной заболеваемости» для возрастных категорий «дети», «подростки», «взрослые» за пятилетний период выявил, что на фоне снижения первичной заболеваемости детей по всем классам положительная динамика в сравнении со среднемноголетним показателем наблюдается по 38 нозологиям. Несмотря на отрицательную динамику уровня заболеваемости органов дыхания детского населения, данный класс заболеваний стабильно уже на протяжении десятков лет находится на 1-м месте. На 2-м месте — класс инфекционных, паразитарных болезней, что говорит об изменениях в иммунной системе при перенапряжении организма под воздействием факторов внешней среды. В связи с особенностями развития детского орга-

низма ответная реакция на влияние внешних факторов существенно отличается от реакции взрослого человека — снижена резистентность на воздействие детерминантов, что, как правило, приводит к развитию патологических изменений со стороны органов дыхания, пищеварения, эндокринной системы, кроветворения, нервной системы и т.д. Третье ранговое место поделили классы болезней глаза и его придаточного аппарата и болезни уха и сосцевидного отростка. На 4-м и 5-м местах — болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани и болезни органов пищеварения соответственно.

Немного другая картина наблюдается в Липецке у подростков. На фоне снижения первичной заболеваемости подростков по всем классам положительная динамика в сравнении со среднемноголетним показателем все же наблюдается по 29 нозологиям. Несмотря на отрицательную динамику уровня заболеваемости органов дыхания подростков, данный класс находится на 1-м месте и представлен острыми респираторными инфекциями верхних и нижних дыхательных путей. Второе место занимают травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин, 3-е место — болезни глаза и его придаточного аппарата, 4-е — болезни органов пищеварения, 5-е — болезни нервной системы.

Накопленные эффекты вредного воздействия факторов окружающей среды отражаются в заболеваемости взрослого населения. При снижении первичной заболеваемости по всем классам положительная динамика в сравнении со среднемноголетним показателем наблюдается по 70 нозологиям. Динамика заболеваемости органов дыхания взрослого населения аналогична динамике в возрастных категориях «дети» и «подростки» — несмотря на снижение заболеваемости органов дыхания у взрослых, данный класс находится на 1-м месте. На 2-м месте находятся травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин; на 3-м — болезни мочеполовой системы; на 4-м — болезни системы кровообращения, на 5-м — класс болезни уха и сосцевидного отростка.

С целью определения приоритетных критических органов и систем, а также некоторых статистических показателей был рассчитан вклад каждой нозологии в суммарный HRI (табл. 1).

Для выявления классов и нозологических единиц с превышением порога массовой неинфекционной заболеваемости, который связан с загрязнением атмосферного воздуха, данный показатель был рассчитан для всех классов заболеваний и нозологий. В табл. 2 приведён фрагмент полученных значений.

Приоритетными нозологическими формами заболеваний, представляющими опасность для детского населения, являются астма, астматический статус со стороны органов дыхания, для взрослого населения — анемии и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм со стороны крови и кроветворных органов; экстрапиримидные и другие двигательные нарушения; эпизодические и пароксизмальные расстройства; эпилепсия, эпилептический статус; расстройства вегетативной (автономной) нервной системы со стороны болезней нервной системы. Для подростков приоритетные нозологические формы не выявлены.

⁴ Краткий статистический сборник «Липецкая область в цифрах». Доступно: https://lipstat.gks.ru/official_publications?print=1

Таблица 2. Превышение порогов массовой неинфекционной заболеваемости, ассоциированной с загрязнением атмосферного воздуха**Table 2.** Exceeding the established thresholds of mass prevalence of non-communicable air pollution associated diseases

Класс/подкласс заболеваний Class/subclass of diseases		Превышение порога массовой неинфекционной заболеваемости (человек на 100 000 населения) Exceeding the threshold of the mass prevalence of non-communicable diseases (persons per 100,000 population)
<i>Дети / Children</i>		
H52.2	Астигматизм / Astigmatism	273,22
J45–J46	Астма, астматический статус / Asthma, Status asthmaticus	45,45
K50–K52	Неинфекционный энтерит и колит / Noninfective gastroenteritis and colitis	3,40
M00–M25	Артропатии / Arthropathy	772,61
M02	Реактивные артропатии / Reactive arthropathies	8,86
M15–M19	Артрозы / Arthroses	4,70
<i>Подростки / Teenagers</i>		
E00–E89, E90	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ Endocrine, nutritional and metabolic diseases	593,23
E00–E07	Болезни щитовидной железы / Diseases of thyroid	203,40
E04	Другие формы нетоксического зоба / Nontoxic goiter, unspecified	70,61
E10–E14	Сахарный диабет / Diabetes mellitus	29,03
E10	Сахарный диабет инсулинозависимый / Insulin dependent diabetes mellitus	29,67
E66	Ожирение / Obesity	273,22
H49–H52	Болезни мышц глаза, нарушения содружественного движения глаз, аккомодации и рефракции Disorders of ocular muscles, binocular movement, accommodation and refraction	3415,36
H52.1	Миопия / Myopia	2802,88
<i>Взрослое население / Adults</i>		
D50–D89	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм Diseases of the blood, blood-forming organs and certain disorders involving the immune mechanism	58,87
D50–D64	Анемии / Anaemias	49,13
D80–D89	Отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм Certain disorders involving the immune mechanism	1,35
G20, G21, G23–G25	Экстрапирамидные и другие двигательные нарушения Extrapyramidal and other movement disorders	10,45
G40–G47	Эпизодические и пароксизмальные расстройства Episodic and paroxysmal disorders	35,71
G40–G41	Эпилепсия, эпилептический статус Epilepsy, status epilepticus	24,04
G90	Расстройства вегетативной (автономной) нервной системы Disorders of autonomic nervous system	15,17
J30.1	Аллергический ринит (поллиноз) Allergic rhinitis due to pollen pollinosis	11,27
J44	Другая хроническая обструктивная болезнь лёгких Other chronic obstructive pulmonary disease	33,89
J47	Бронхоэктатическая болезнь (bronхоэктазия) Bronchiectasis (bronchiectasis)	0,44
K50–K52	Неинфекционный энтерит и колит / Noninfective gastroenteritis and colitis	176,58
K64	Геморрой / Hemorrhoids	119,62
K85	Острый панкреатит / Acute pancreatitis	58,00

Последующий анализ интеграции показателей заболеваемости и HRI показал, что в 2019 г. опасность массовой неинфекционной заболеваемости детского населения (сопряжённой с качеством атмосферного воздуха) установлена для болезней органов дыхания; для взрослого же населения риск массовой неинфекционной заболеваемости определён для болезней органов дыхания, нервной и иммунной системы, болезней крови.

Обсуждение

Город Липецк как многофункциональная природно-антропогенная система продолжает развиваться, и в условиях очевидных признаков урбанизации важной проблемой для среды обитания города и одновременно барьером для дальнейшего снижения её загрязнения стало расхождение темпов развития отраслей городского хозяйства и инфраструктуры. Приоритет экономических выгод для производства над задачей создания здоровой, комфортной среды обитания и, как следствие, предупреждения развития экологически обусловленных заболеваний вызывает большую озабоченность.

На территории города, имеющего функциональное зонирование, размещены предприятия машиностроения и металлообработки, химической промышленности (производство лаков, красок), предприятия по производству бытовой техники, строительных материалов, швейных изделий, мебели, пищевых продуктов и т.д. Они расположены в различных районах города, однако самые крупные, среди которых ПАО «НЛМК», располагаются в Левобережной части города.

История металлургических предприятий Липецка берёт своё начало на стыке XIX и XX вв. В 1902 г. был построен металлургический завод «Свободный сокол», а в 1934 г. начал свою работу Новолипецкий металлургический завод. В 1943 г. во время Великой Отечественной войны построен Липецкий тракторный завод, а в 1968 г. — металлургический завод точного литья «Центролит». Однако происходящие в стране как экономические, так и политические изменения привели к сокращению производственных площадей и мощностей заводов «Свободный сокол», «Центролит» и к закрытию в 2009 г. Липецкого тракторного завода. В настоящее время стабильно работает только одно предприятие — ПАО «НЛМК».

Все эти годы металлургическое производство города являлось основным источником антропогенных факторов и создавало существенную нагрузку на здоровье населения. Структурный анализ антропогенной нагрузки г. Липецка показал, что приоритетным фактором в суммарном показателе является контаминация питьевой воды (48,56%), на 2-м месте — загрязнение атмосферного воздуха (27,61%).

Выполнение Программы технического перевооружения ПАО «НЛМК», стартовавшей в 2000 г., и реализации природоохранных мероприятий повлекли за собой значительное изменение суммарного коэффициента загрязнения воздуха. Улучшение качества воздуха-стёрло чёткую зависимость уровня и структуры заболеваемости от воздействия только металлургического производства. Так, в 1990 г. в атмосферу было выброшено 643,1 тыс. тонн за-

грязняющих веществ (город занимал 4-е место среди городов России по выбросам в атмосферу после Норильска, Магнитогорска и Новокузнецка), а в 2019 г. объём выбросов снизился почти в 2 раза⁵.

Значительно снизился и уровень заболеваемости как суммарно по всем классам, так и по отдельным нозологиям. Например, по классу «Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм» темп снижения заболеваемости в сравнении с 1990 г. составил 81%, по классу «Болезни нервной системы» — 95,6%, по классу «Болезни органов дыхания» — 22,7%, по классу «Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани» — 41%⁶.

Улучшение состояния среды обитания подтверждено и исследованиями элементного статуса детей, которые были выполнены ФГУН «НИИ гигиены, профпатологии и экологии человека» Федерального медико-биологического агентства совместно с ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области» [19]. В этом исследовании определяли концентрацию 19 элементов в волосах детей и проводили медико-биологическую оценку изменений элементного статуса детей (рис. 2, а, б).

Динамика микроэлементного состава волос у детей, проживавших в «грязной» и «чистой» зонах, свидетельствует о положительных изменениях в среде обитания города [19] (рис. 3).

Металлургический бизнес является стержнем экономики и играет ключевую роль в экономико-географическом и геополитическом положении Липецкой области и Липецка. Однако необходимо учитывать и негативное влияние металлургического комбината на состояние среды обитания, в первую очередь на атмосферу.

В Липецке, кроме стационарных источников, на качество атмосферного воздуха, а также на уровень антропогенной нагрузки оказывает воздействие автотранспорт. Увеличение количества автомобилей приводит к увеличению интенсивности трафика на дорогах и, как следствие, увеличивает выбросы поллютантов от передвижных источников.

Промышленная нагрузка, высокая плотность населения, развитая транспортная система Липецка оказывают значительное негативное влияние не только на качество воздуха, но и на качество почвы. Почва обладает способностью самоочищения, однако этого процесса недостаточно, и в почвенном слое могут образовываться устойчивые химические соединения с тяжёлыми металлами [20]. Работавшие предприятия чёрной металлургии города загрязняли почву никелем, марганцем, хромом, кадмием, кобальтом, медью, молибденом, оловом, свинцом, цинком и другими металлами, не характерными для Черноземья. Высокие концентрации бенз(а)пирена в почве Липецка⁷ обусловлены выбросами металлургических производств и автотранспорта.

⁵ Доклад об экологической ситуации в Липецкой области в 2019 году. Доступно: <https://ekolip.ru/folder1>

⁶ Статистическая форма № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации».

⁷ Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области. Состояние почвы населенных мест в 2017 г. Доступно: <https://www.ege48.ru/socialno-gigienicheskii-monitoring/analiticheskaya-informaciya-po-dannym-sgm/666.htm>

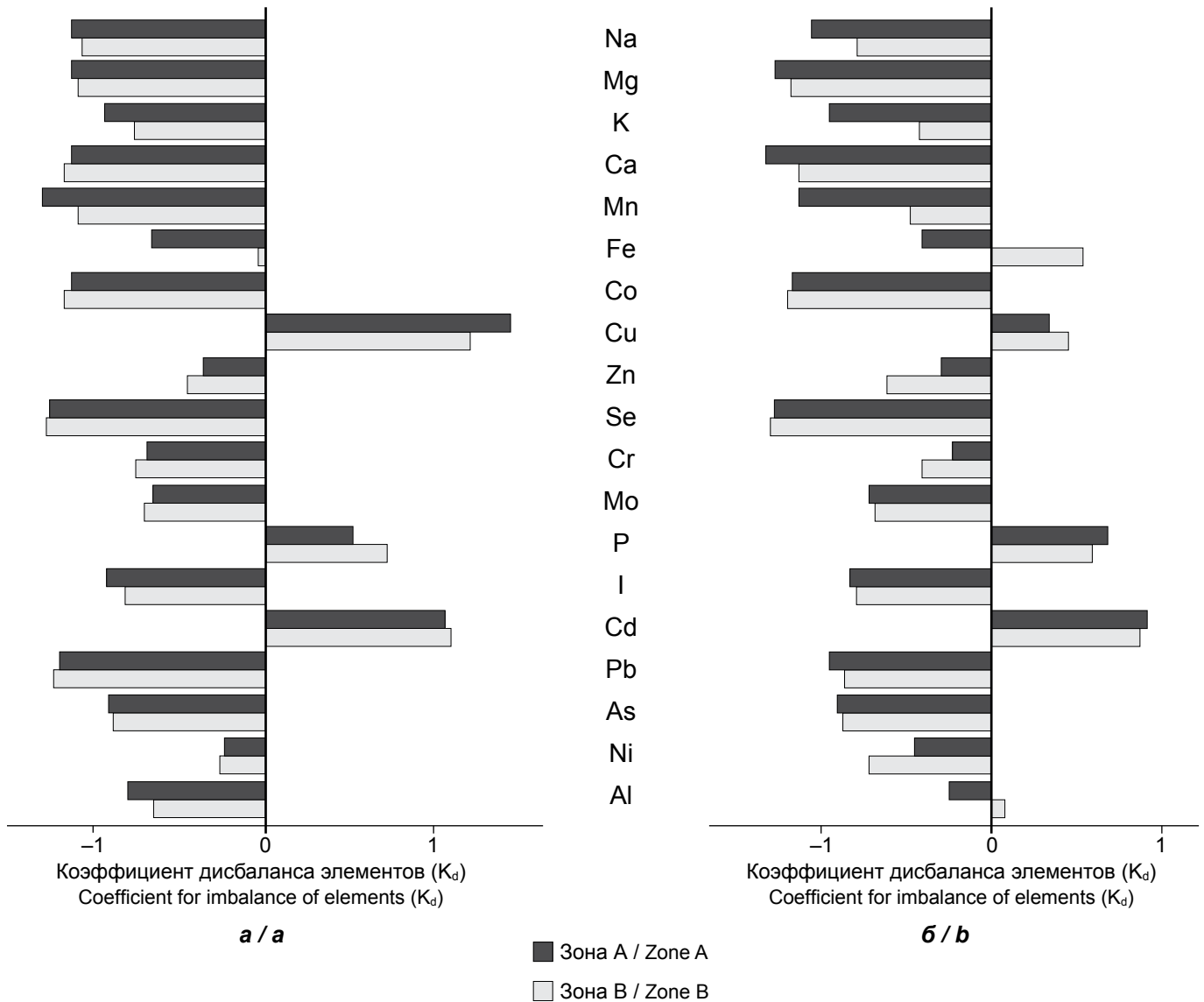


Рис. 2. Сравнительная диаграмма состояния элементного баланса в волосах девочек (а) и мальчиков (б) «чистой» и «грязной» зон г. Липецка [19].

Fig. 2. Comparative diagram of the state of the elemental balance in the hair of girls (a) and boys (b) of «dirty» and «clean» zones of Lipetsk [19].

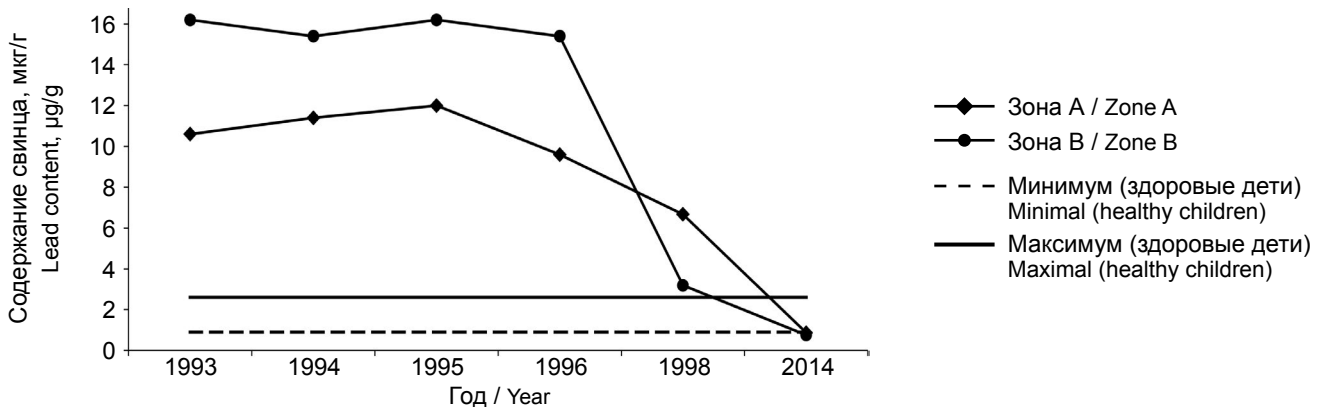


Рис. 3. Динамика содержания свинца в волосах детей «чистой» (А) и «грязной» (В) зон Липецка. Построено по данным работы [19].

Fig. 3. Dynamics of lead content in the hair of children from Lipetsk. Built according to the data of [19].

Ограничения. Данное исследование имеет ряд ограничений: с целью оценки вероятной зависимости массовой неинфекционной заболеваемости от негативных факторов среды обитания использовался только индекс сравнительной неканцерогенной опасности; идентификация приоритетных поллютантов, формирующих опасность массовой неинфекционной заболеваемости, проводилась без учёта продуктов трансформации химических соединений.

Выводы

Снижение выбросов от стационарных источников металлургического производства в результате выполнения природоохранных мероприятий привело к улучшению обстановки по уровню загрязнения окружающей среды и снижению заболеваемости населения по многим нозологиям. Однако остаётся много нерешённых проблем: дальнейшее сокращение объёмов валовых выбросов ПАО «НЛМК» и других предприятий Липецка, решение вопросов с передвижными источниками загрязнения атмосферы — обновление автобусного парка с переводом автобусов на альтернативное топливо, реконструкция дорожно-транспортной сети со строительством транспортных эстакад, а также высадкой зелёных насаждений и др.

ЛИТЕРАТУРА (п.п. 2, 6 см. References)

1. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., ред. *Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития. Монография.* М.-Пермь; 2014.
3. Веремчук Л.В. Влияние загрязнения воздушной среды на формирование уровней общей заболеваемости бронхолегочной патологией во Владивостоке. *Здоровье. Медицинская экология. Наука.* 2014; (1): 4–8.
4. Савватеева О.А., Баша С.Г., Рябов С.М. Анализ влияния негативных экологических факторов на уровень заболеваемости населения г. Дубны. *Современные проблемы науки и образования.* 2009; (6–3): 147–54.
5. Сверлова Л.И. Научные основы современного подхода к оценке уровня загрязнения атмосферного воздуха городов. *Успехи современного естествознания.* 2009; (7): 22–5.
7. Ярыгина М.В., Кикю П.Ф. Особенности популяционной заболеваемости в современных социально-экологических условиях Приморского края. *Дальневосточный медицинский журнал.* 2014; (2): 100–3.
8. Блинова Е.Г. Влияние условий среды жизнедеятельности на заболеваемость студентов. *Экология человека.* 2009; (10): 12–5.
9. Зорина И.Г. Влияние факторов среды обитания на формирование заболеваемости и преморбидных состояний у школьников. *Здоровье населения и среда обитания.* 2012; (7): 25–7.
10. Маркова С.В. Здоровье детей, проживающих в различных экологических условиях. В кн.: Ядрихинская В.Н., ред. *Сборник научных трудов межрегиональной научно-практической конференции «Перспективы развития гематологической службы в Республике Саха (Якутия)».* Киров; 2013: 135–45.
11. Ситало С.Г., Паранько Н.М. Воздействие загрязнения атмосферного воздуха на здоровье детей. *Гигиена и санитария.* 2009; 88(3): 22–4.
12. Колесникова Л.И., Сутурина Л.В., Лабыгина А.В., Осипова Е.В., Лещенко О.Я., Шенин В.А. и др. Состояние репродуктивного здоровья, процессов перекисного окисления липидов и антиоксидантной системы, распределение мутантных аллелей генов *GSTM1*, *GSTT1* и *GSTP1* у подростков. В кн.: *Материалы 5-го международного научно-практического конгресса «Человек в экстремальных условиях: здоровье, надежность и реабилитация».* М.; 2006: 292–3.
13. Турбина Е.С. Влияние факторов окружающей среды на заболеваемость детей-дошкольников. *Сборник научных трудов SWorld.* 2011; 30(3): 57–65.
14. Шепелева О.А., Трухина Т.В. Оценка рисков заболеваемости детского населения в условиях техногенного загрязнения атмосферного воздуха. *Здравоохранение Российской Федерации.* 2011; 55(5): 31b.
15. Шунгаева А.Б., Басангова М.У. Молодёжь и её здоровье: сбережение как социальная проблема. *Экология и безопасность жизнедеятельности.* 2013; (1): 173–8.
15. Бочков Н.П. Экологическая генетика человека. *Экологическая генетика.* 2003; 1(1): 16–21.
17. Изуткин Д.А. Потенциал здоровья человека в контексте его социально-биологической сущности. *Медицинский альманах.* 2009; (1): 21–5.
18. Римашевская Н.М., ред. *Здоровье и здравоохранение в гендерном измерении.* М.: Социальный проект; 2007.
19. Бурова О.И., Радилов А.С., Савельев С.И., Комбарова М.Ю. Эколого-биологический мониторинг элементного статуса детского населения г. Липецка. *Экология.* 2015; 16(2): 310–21.
20. Груздев В.С. Влияние чёрной металлургии на состояние окружающей среды. *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель.* 2008; (4): 47–51.

REFERENCES

1. Onishchenko G.G., Zaytseva N.V., eds. *Analysis of Health Risk in the Strategy of State Socio-Economic Development. Monograph [Analiz riska zdorov'yu v strategii gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya. Monografiya].* Moscow-Perm'; 2014. (in Russian)
2. Zarokostas J. WHO calls for more active action to reduce health risks as a result of climate change. *BMJ.* 2014; 349: g5403. <https://doi.org/10.1136/bmj.g5403>
3. Veremchuk L.V. Influence of air pollution on the formation of levels of general morbidity with bronchopulmonary pathology in Vladivostok. *Zdorov'e. Meditsinskaya ekologiya. Nauka.* 2014; (1): 4–8. (in Russian)
4. Savvateeva O.A., Basha S.G., Ryabov S.M. Analysis of the influence of negative factors on the level of morbidity in the population of Dubna. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya.* 2009; (6–3): 147–54. (in Russian)
5. Sverlova L.I. Scientific basis for assessing the level of atmospheric air. *Uspeshki sovremennogo estestvoznaniya.* 2009; (7): 22–5. (in Russian)
6. Tang D. The health benefits of improving air quality in Taiyuan, China. *Environ. Int.* 2014; 73: 235–42. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.07.016>
7. Yarygina M.V., Kiku P.F. Peculiarities of population morbidity under current social-economic conditions in the Primorskiy region. *Dal'nevostochnyy meditsinskiy zhurnal.* 2014; (2): 100–3. (in Russian)
8. Blinova E.G. Effect of vital activity conditions on students' morbidity. *Ekologiya cheloveka.* 2009; (10): 12–5. (in Russian)
9. Zorina I.G. The influence of environmental factors on the formation of illness and premorbid conditions in schoolchildren. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya.* 2012; (7): 25–7. (in Russian)
10. Markova S.V. Health of people living in different environmental conditions. In: Yadrikhinskaya V.N., ed. *A Collection of Scientific Papers of the Interregional Scientific-Practical Conference «Prospects for the Development of Hematological Services Within Sakha (Yakutia)» [Sbornik nauchnykh trudov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Perspektivy razvitiya gematologicheskoy sluzhby v Respublike Sakha (Yakutiya)»].* Kirov; 2013: 135–45.
11. Sitalo S.G., Paranko N.M. Impact of atmospheric air pollution on children's health. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal).* 2009; 88(3): 22–4. (in Russian)
12. Kolesnikova L.I., Suturina L.V., Labygina A.V., Osipova E.V., Leshchenko O.Ya., Shenin V.A., et al. State of reproductive health, processes of lipid peroxidation and antioxidant system, distribution of mutant alleles of genes *GSTM1*, *GSTT1* and *GSTP1* in adolescents. In: *Materials of the 5th International Scientific and Practical Congress «Man in Extreme Conditions: Health, Reliability and Rehabilitation» [Materialy 5-go mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo kongressa «Chelovek v ekstremal'nykh usloviyakh: zdorov'e, nadezhnost' i reabilitatsiya»].* Moscow; 2006: 292–3.
13. Turbina E.S. The influence of environmental factors on the morbidity of preschool children. *Sbornik nauchnykh trudov SWorld.* 2011; 30(3): 57–65. (in Russian)
14. Shepeleva O.A., Trukhina T.V. Disease risk assessment in the pediatric population under the conditions of anthropogenic ambient air pollution. *Zdravookhranenie Rossiyskoy Federatsii.* 2011; 55(5): 31b. (in Russian)
15. Shungava A.B., Basangova M.U. Youth and its health saving as a social problem. *Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti.* 2013; (1): 173–8. (in Russian)
16. Bochkov N.P. Ecological genetics of the human. *Ekologicheskaya genetika.* 2003; 1(1): 16–21. (in Russian)
17. Izutkin D.A. The potential of human health in the context of socially-biological nature. *Meditsinskiy al'manakh.* 2009; (1): 21–5. (in Russian)
18. Rimashevskaya N.M., ed. *Health and Health Care in the Gender Dimension [Zdorov'e i zdravookhranenie v gendernom izmerenii].* Moscow; Sotsial'nyy projekt; 2007. (in Russian)
19. Burova O.I., Radilov A.S., Saveliev S.I., Kombarova M.Yu. Ecological and biological monitoring of the elemental status of the child population in Lipetsk. *Ekologiya.* 2015; 16(2): 310–21. (in Russian)
20. Gruzdev V.S. Influence of ferrous metallurgy on the state of the environment. *Zemleustroystvo, kadastr i monitoring zemel'.* 2008; (4): 47–51. (in Russian)