

УДК 613.15:614.715+616.2

**ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРНЫХ ТЕХНОГЕННЫХ ВЫБРОСОВ НА
ПОКАЗАТЕЛИ ЗДОРОВЬЯ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ ГОРНОРУДНОГО
РЕГИОНА****Семенова Ирина Николаевна,**

доктор биологических наук,
старший научный сотрудник Сибайского института (филиала)
ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»,
РФ, Сибай, ул. Белова, 21,
биолог ГБУЗ Центральная городская больница г. Сибай
РФ, Сибай, ул. Белова, 19, alexa-94@mail.ru

Рафиков Салават Шагитович,

аспирант,
ФБУН "Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека",
РФ, Уфа, ул. Кувыкина, 94, raf_777mail.ru@mail.ru

Рафикова Юлия Самигулловна,

кандидат биологических наук
заведующая клинико-диагностической лабораторией,
ГБУЗ Центральная городская больница г. Сибай
РФ, Сибай, ул. Белова, 19, shagit67@mail.ru

Абдрахимова Алия Газимовна,

биолог клинико-диагностической лаборатории,
ГБУЗ Центральная городская больница г. Сибай
РФ, Сибай, ул. Белова, 19

Аннотация

Целью работы явилось исследование содержания диоксида серы в атмосферном воздухе на территории г. Сибай в период эндогенного пожара в Сибайском карьере и изучение заболеваемости детского населения за период с 2018 по 2022 гг. В работе использованы данные о содержании SO₂ в атмосферном воздухе г. Сибай в период с января по март 2019 г., опубликованные в средствах массовой информации, а также официальные медицинские статистические отчеты. Гигиеническую оценку качества атмосферного воздуха проводили по индексу загрязнения атмосферы. Отмечено, что за исследуемый период уровень загрязнения атмосферного воздуха г. Сибай в разных микрорайонах города варьировал от повышенного до очень высокого. Анализ статистических данных по форме №12 выявил наличие резкого повышения (в 1,8 раза по сравнению с предыдущим годом) случаев заболевания пневмониями в 2019 г., что возможно, обусловлено загрязнением атмосферного воздуха. При этом удельный вес встречаемости и распространенности указанных заболеваний в общей совокупности болезней X класса не превышает 10%.

Основными в группе заболеваний органов дыхания являются болезни, диагностируемые как острые респираторные инфекции верхних и нижних дыхательных путей (J00-J06 и J20-J22). На основании проведенного анализа можно сделать заключение о необходимости проведения более углубленных исследований по оценке причинно-следственных связей формирования болезней органов дыхания среди детей г. Сибай.

Ключевые слова: горнорудный регион, население, загрязнение воздуха, диоксид серы, Сибайский карьер, заболеваемость.

THE INFLUENCE OF ATMOSPHERIC MAN-MADE EMISSIONS ON THE HEALTH INDICATORS OF THE CHILDREN'S POPULATION OF THE MINING REGION

Irina N. Semenova,

Doctor of Biological Sciences
Senior Researcher of the Sibay branch of Ufa University
of Science and Technology,
Russian Federation, Sibay, Belov st., 21,
Biologist of the clinical diagnostic laboratory,
Central City Hospital of Sibay,
Russian Federation, Sibay, Belov st., 19, alexa-94@mail.ru

Yulia S. Rafikova,

Candidate of Biological Sciences
Head of Clinical Diagnostic Laboratory,
Central City Hospital of Sibay
Russian Federation, Sibay, Belov st., 19, shagit67@mail.ru

Salavat S. Rafikov,

graduate student,
Federal Budgetary Institution "Ufa Research
Institute of Occupational Medicine and Human Ecology",
Russian Federation, Ufa, Kuvykin st., 94,
raf_777mail.ru@mail.ru

Aliya G. Abdrakhimova,

biologist of the clinical diagnostic laboratory,
Central City Hospital of Sibay
Russian Federation, Sibay, Belov st., 19,

ABSTRACT

The aim of the work was to study the content of sulfur dioxide in the atmospheric air on the territory of Sibay during the endogenous fire in the Sibay quarry and to study the morbidity of the child population for the period from 2018 to 2022. The paper uses data on the SO₂ content in the atmospheric air of Sibay in the period from January to March 2019, published in the media, as well

as official medical statistical reports. Hygienic assessment of atmospheric air quality was carried out according to the index of atmospheric pollution. It is noted that during the study period, the level of atmospheric air pollution in Sibay in different microdistricts of the city varied from elevated to very high. Analysis of statistical data on Form No. 12 revealed the presence of a sharp increase (by 1.8 times compared to the previous year) in cases of pneumonia in 2019, which may be due to atmospheric air pollution. At the same time, the specific weight of the occurrence and prevalence of these diseases in the total population of class X diseases does not exceed 10%. The main respiratory diseases in the group are diseases diagnosed as acute respiratory infections of the upper and lower respiratory tract (J00-J06 and J20-J22). Based on the analysis carried out, it can be concluded that it is necessary to conduct more in-depth studies to assess the cause-and-effect relationships of the formation of respiratory diseases among the children of Sibay.

Keywords: mining region, population, air pollution, sulfur dioxide, Sibay quarry, morbidity.

Введение. Стремительное индустриальное развитие общества в значительной степени способствует ухудшению экологического состояния окружающей среды [1]. Выбросы токсичных веществ промышленными предприятиями приводят к загрязнению воздуха, воды, почвы и других объектов что провоцирует рост заболеваемости населения.

Согласно официальным данным за 2020 г., по Российской Федерации с загрязнением объектов окружающей среды связано порядка 17,5 дополнительных случая смертей на 100 тыс. населения и около 21,9 дополнительных случаев заболеваний на 1 тыс. населения [2].

К техногенным источникам загрязнения среды обитания человека относятся объекты горнорудной промышленности, в большом количестве имеющиеся на территории Южного Урала. В процессе добычи и обогащения руд производится извлечение и переработка большого количества горных пород, значительная часть которых складывается в виде отходов, а также рассеивается и мигрирует в окружающую среду [3].

В состав пылегазовых смесей карьеров по добыче руды входят различные газообразные вещества (оксиды серы, азота, углерода), специфические соединения, в том числе тяжелые металлы, а также взвешенные частицы [4].

Основными предприятиями-загрязнителями Башкирского Зауралья являются АО «Учалинский горно-обогатительный комбинат» (УГОК) и его Сибайский филиал (СФ УГОК). Длительная и интенсивная деятельность горнорудных предприятий способствовала загрязнению окружающей среды, прежде всего, тяжелыми металлами [5]. После прекращения работ в Сибайском карьере в 2003 году его борта начали осыпаться, что привело к обнажению отдельных включений руды с большим содержанием серы, и в ноябре 2018 г. – к ее самовозгоранию. Неблагоприятные метеорологические условия способствовали тому, что образующийся диоксид серы (SO₂) стал подниматься на поверхность со дна карьера. С целью ликвидации возгорания в 2019 г. было осуществлено его затопление.

Исследование качества атмосферного воздуха, в связи с этим событием, приобрело особую актуальность.

Целью данной работы является исследование содержания диоксида серы в атмосферном воздухе на территории г. Сибай в период эндогенного пожара в Сибайском карьере, и изучение заболеваемости детского населения за период с 2018 по 2022 гг.

Материалы и методы. Объектами исследования являлись пробы атмосферного воздуха территории г. Сибай и медицинские статистические данные по заболеваемости детского населения.

Сведения о содержании SO₂ в атмосферном воздухе г. Сибай в период с января по март 2019 г., предоставленные лабораториями ГБУ РБ СОМГЗ, ГБУ РБ УГАК и СФ АО «УГОК», были опубликованы в средствах массовой информации.

На рис. 1 представлена схема расположения пробных площадок на территории г. Сибай, где производились измерения содержания SO₂ в атмосферном воздухе.



Рис. 1. Схема расположения пробных площадок для отслеживания содержания SO₂ в атмосферном воздухе на территории г. Сибай: 1 – пос. Горный, 2 – пос. Золото, 3 – район элеватора, 4 – пос. Аркаим, 5 – ССМУ, 6 – пос. Камыш-Узяк

Допустимые нормы содержания SO₂: предельно допустимая концентрация рабочей зоны – 10 мг/м³; максимально разовая концентрация – 0,3 мг/м³; среднесуточная концентрация – 0,05 мг/м³[5].

Гигиеническую оценку качества атмосферного воздуха проводили по индексу загрязнения атмосферы (ИЗА):

$$\text{ИЗА} = (X/\text{ПДК}) C_i,$$

где X – среднесуточная концентрация SO₂, C – коэффициент, показывающий степень опасности SO₂, ПДК – допустимая среднесуточная концентрация, мг/м³.

ИЗА менее 5 соответствует низкому уровню загрязнения, от 5 до 8 – повышенному, от 8 до 13 – высокому. ИЗА больше 13 означает очень высокую степень загрязненности воздуха.

Анализ уровня заболеваемости выполнили по данным медицинской статистики. Изучали показатели первичной и общей заболеваемости детей на 100 тыс. детского населения по форме федерального статистического наблюдения №12 за 2018–2022 гг. а также официальные данные МИАЦ Республики Башкортостан.

Результаты и их обсуждение. Усредненные данные трёх лабораторий (ГБУ РБ СОМГЗ, ГБУ РБ УГАК и СФ АО «УГОК»), представленные в средствах массовой информации, свидетельствуют о том, что среднесуточная концентрация диоксида серы в атмосферном воздухе г. Сибай в период эндогенного пожара в Сибайском карьере в период с января по март 2019 г. варьировала от 0 до 2,5 мг/м³ и достигала, таким образом, пятидесятикратного превышения превышение ПДК (рис. 2).

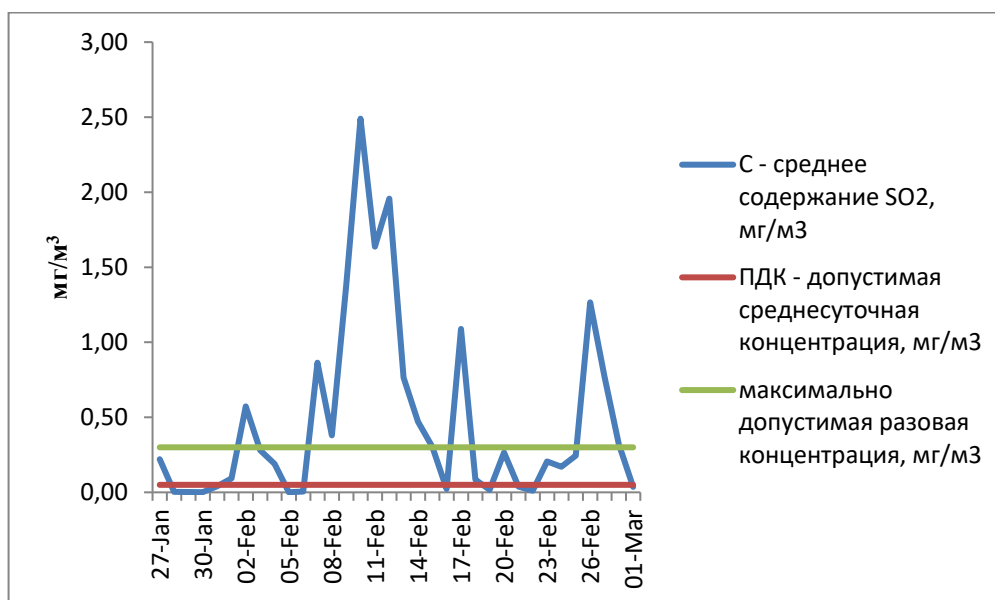


Рис. 2. Динамика среднесуточной концентрации SO₂ в атмосферном воздухе на территории г.Сибай за период с 27.01.19 по 1.03.19.

Для оценки степени загрязнения атмосферы рядом веществ в РФ используется индекс загрязнения атмосферы (ИЗА). Для оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха диоксидом серы в разных микрорайонах г. Сибай, расположенных на различном удалении от территории эндогенного пожара, был рассчитан указанный показатель (табл. 1).

Таблица 1. Показатель загрязнения атмосферы (ИЗА) г. Сибай

№	Микрорайон города	ИЗА	Уровень загрязнения
1	Пос. Горный	12,6	Высокий
2	Пос. Золото	16,0	Очень высокий
3	Район элеватора	13,2	Очень высокий
4	Пос. Аркаим	10,2	Высокий
5	ССМУ	14,3	Очень высокий
6	Камыш-Узяк	6,0	Повышенный

Таким образом, уровень загрязнения атмосферного воздуха г.Сибай в разных микрорайонах города был негативным и варьировал от повышенного до очень высокого.

Следующей задачей исследований было изучение заболеваемости детского населения г. Сибай с целью выявления влияния ухудшения экологического состояния среды обитания на здоровье детей.

В структуре как первичной, так и общей заболеваемости среди подростков болезни органов дыхания (БОД) занимают первое место. В России за 1993–2010 гг. уровень заболеваемости БОД взрослого населения снизился на 14,2%, тогда как среди детей и подростков он существенно вырос [6].

Согласно структуре патологии болезни органов дыхания среди детского населения в городах и сельских населенных пунктах занимают первое ранговое место по заболеваемости и распространенности заболеваний. Это закономерно сопровождается значительными пропусками по болезни занятий детьми и подростками в детских учреждениях, затрудняет усвоение учебных программ, создает кроме социального, также значительный экономический ущерб обществу.

Диоксид серы оказывает сильное токсическое действие уже при концентрации в воздухе 0,25-0,50 мг/м³. Симптомы при отравлении – насморк, кашель, охриплость, першение в горле. При концентрации более 0,50 мг/м³ отмечается удушье, расстройство речи, затрудненное глотание, рвота, возможен острый отек легких. Диоксид серы может вызвать фатальные аллергические реакции у астматиков, трудно усваивается у людей с нарушениями функций почек. Образующийся сернистый ангидрид разрушает тиамин (витамин В1) и биотин, способствует распаду токоферола (витамина Е) [7].

При токсическом тумане диоксид серы и взвешенные вещества в условиях повышенной влажности способны проникать глубоко в легкие, достигая альвеол и оказывая местное и общетоксическое действие. В такие периоды возникают массовые заболевания бронхитом, пневмонией, бронхиальной астмой [8] Диоксид серы вызывает снижение вентиляционной функции, сужение бронхов и чувствительность к сульфитам [9].

При остром воздействии диоксида серы отмечается увеличение вероятности угнетения дыхания и общей смертности среди населения [10]. При увеличении среднесуточной концентрации SO₂ на 10 мкг/м³ показатель общей смертности возрастает на 0,6%. При увеличении среднесуточной концентрации SO₂ на 10 мкг/м³ показатель общей смертности возрастает на 0,9%.

Показано, что диоксид серы оказывает неблагоприятное воздействие на дыхательную, сердечно-сосудистую и нервную системы человека и вызывает диабет 2 типа и несчастные смерти. Хотя некоторые данные свидетельствуют о том, что диоксид серы в небольших концентрациях не оказывает неблагоприятного воздействия на здоровье, его синергетический эффект в сочетании с другими загрязнителями воздуха может быть значительным [11].

Анализ статистических данных по форме №12 выявил наличие резкого повышения (в 1,8 раза по сравнению с предыдущим годом) случаев заболевания пневмониями в 2019 г., что возможно, обусловлено загрязнением атмосферного воздуха (табл. 2). При этом удельный вес встречаемости и распространенности указанных заболеваний в общей совокупности болезней X класса не превышает 10%. Основными в группе заболеваний органов дыхания являются болезни, диагностируемые как острые респираторные инфекции верхних и нижних дыхательных путей (J00-J06 и J20-J22). В то же время, тенденция к увеличению заболеваемости и распространенности заболеваний органов дыхания у детей в г. Сибай недостоверна в связи с тем, что уровень патологии дыхательной системы в данном промышленном городе в значительной мере зависит от уровней загрязнения атмосферного воздуха, связанных с объемами промышленного производства предприятий горнодобывающей промышленности. Однако в связи с закрытием Сибайского карьера в городе отсутствует тенденция увеличения объемов производства и уровней загрязнения атмосферного воздуха вредными веществами.

Таблица 2. Показатели заболеваемости детей 0-14 лет г. Сибай болезнями органов дыхания за период с 2018 по 2022 гг. (на 100 тыс. населения)

	МКБ-Х	2018	2019	2020	2021	2022
Болезни органов дыхания, в том числе:	J00-J98	226 078	217 210	205 870	196 682	250 400
острые респираторные инфекции верхних дыхательных путей	J00-J06	123 415	116 707	114 500	114 006	130 408
из них: острый ларингит и трахеит	J04	8 270	7 886	7 811	7 571	12 816
острый обструктивный ларингит (круп) и эпиглоттит	J05	0	0	0	0	0
грипп	J09-J11	0	0	0	89	0
пневмонии	J12-J16, J18	3881	7023	2409	2427	367
острые респираторные инфекции нижних дыхательных путей	J20-J22	90715	85810	81805	74037	21 893
аллергический ринит (поллиноз)	J30.1	1547	1510	1380	111	86
хронические болезни миндалин и аденоидов, перитонзиллярный абсцесс	J35-J36	6266	5872	5776	5812	2248
астма, астматический статус	J45-J46	254	288	0	200	346

Заключение. На основании проведенного анализа можно сделать заключение о необходимости проведения более углубленных исследований по оценке причинно-следственных связей формирования БОД среди детей г. Сибай.

Среди наиболее важных практических результатов этого исследования можно отметить повышение осведомленности широкой общественности о состоянии здоровья населения, помощь в принятии административных решений в области здравоохранения при планировании мероприятий по сокращению выбросов диоксида серы.

Список литературы:

1. The Global Risks Report 2020 15th Edition // <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2020>.
2. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году. Государственный доклад. М.: Минприроды России; МГУ имени М.В.Ломоносова, 2021. 864 с.

3. Умнов В. А. Управление отходами в горной промышленности // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 1995, с.99-106.
4. Уколов Д. А., Звягинцева А.В. Оценка негативного воздействия пылегазовых смесей, образующихся при взрывах на карьерах, на окружающую среду // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2014. № 1(5). С. 237-240.
5. Хасанова Р. Ф., Суюндуков Я. Т., Семенова И. Н. [и др.]. Экологическая опасность загрязнения почв урбанизированных территорий горнорудного региона // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98, № 12. С. 1370-1375. DOI 10.18821/0016-9900-2019-98-12-1370-1375.
6. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе городских и сельских поселений: ГН 2.1.6.3492-17 от 22.12.17 г. // Официальный интернет- портал правовой информации (www.pravo.gov.ru) от 09.01.18.
7. Здравоохранение в Республике Башкортостан в 2020 г. Статистический сборник. Уфа: Башкортостанстат, 2021, С. 123.
8. Завылова М. О., Гущина Е. А. Диоксид серы, его польза и вред // Перспективы развития сельскохозяйственного производства: конференция. Нижний Новгород: изд-во Федерального государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», 2015. С. 158-161.
9. Буштуева К. А. Методы и критерии оценки состояния здоровья населения в связи с загрязнением окружающей среды. Москва: Медицина, 1979. 160 с.
10. Fine JM, Gordon T, Sheppard D. The roles of pH and ionic species in sulfur dioxide- and sulfite-induced bronchoconstriction. *Am Rev Respir Dis.* 1987 Nov;136(5):1122-6. doi: 10.1164/ajrccm/136.5.1122. PMID: 3674574.
11. Wong CM, Vichit-Vadakan N, Vajanapoom N. HEI Health Review Committee. Part 5. Public health and air pollution in Asia (PAPA): a combined analysis of four studies of air pollution and mortality. *Res Rep Health Eff Inst.* 2010 Nov;(154):377-418.
12. Khalaf EM, Mohammadi MJ, Sulistiyani S, Ramírez-Coronel AA, Kiani F, Jalil AT, Almulla AF, Asban P, Farhadi M, Derikondi M. Effects of sulfur dioxide inhalation on human health: a review. *Rev Environ Health.* 2022 Dec 22. doi: 10.1515/reveh-2022-0237. Epub ahead of print. PMID: 36635910.

References:

1. Global Risks Report for 2020, 15th edition // <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2020>.
2. On the state and environmental protection of the Russian Federation in 2020. State Report. Moscow: Ministry of Natural Resources of Russia; Lomonosov Moscow State University, 2021. 864 p.
3. Umnov V. A. Waste management in the mining industry // Mining Information and Analytical Bulletin (Scientific and Technical Journal), 1995, pp.99-106.

4. Ukolov D. A., Zvyagintseva A.V. Assessment of the negative impact of dust and gas mixtures formed during explosions at quarries on the environment // Modern technologies for civil defense and emergency response. 2014. No. 1(5). pp. 237-240.
5. Khasanova R. F., Suyundukov Ya. T., Semenova I. N. [et al.]. Ecological danger of soil pollution in urbanized territories of the mining region // Hygiene and sanitation. 2019. vol. 98, No. 12. pp. 1370-1375. DOI 10.18821/0016-9900-2019-98-12-1370-1375.
6. Maximum permissible concentrations (MPC) of harmful substances in the air of urban and rural settlements: GN 2.1.6.3492-17 of 22.12.17 // Official Internet portal of legal information (www.pravo.gov.ru) from 09.01.18.
7. Healthcare in the Republic of Bashkortostan in 2020 Statistical collection. Ufa: Bashkortostan State Statistics Office, 2021, p. 123.
8. Zavylova M. O., Gushchina E. A. Sulfur dioxide, its benefits and harms // Prospects for the development of agricultural production: conference. Nizhny Novgorod: Publishing house of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Nizhny Novgorod State Agricultural Academy", 2015. pp. 158-161.
9. Bushtueva K. A. Methods and criteria for assessing the health status of the population in connection with environmental pollution. Moscow: Medicine, 1979. 160 p.
10. Fine D.M., Gordon T., Sheppard D. The role of pH and ionic compounds in bronchoconstriction caused by sulfur dioxide and sulfites. *Am Rev Respir Dis.* 1987 November;136(5):1122-6. doi: 10.1164/ajrccm/136.5.1122. Identification number: 3674574.
11. Wong K.M., Wichit-Vadakan N., Vajanapum N. Health Inspection Committee of the Higher Educational institution. Part 5. Public Health and Air Pollution in Asia (PAPA): A combined analysis of four studies of air pollution and mortality. *Health Efficiency Report for November 2010; (154): 377-418.*
12. Khalaf E.M., Mohammadi M.J., Sulistiani S., Ramirez-Coronel A.A., Kiani F., Jalil A.T., Almulla A.F., Asban P., Farhadi M., Derikondi M. The effects of sulfur dioxide inhalation on human health: a review. *Rev Environmental Health.* 2022, December 22. doi: 10.1515/reveh-2022-0237. Epub is ahead of print. Identification number: 36635910.