

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

ORIGINAL RESEARCH

Гигиена

Environmental Health

doi: 10.25005/2074-0581-2026-28-2-325-335

ОЦЕНКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ В СВЯЗИ С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ВЫБРОСАМИ ПОЛИГОНА ТВЁРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Н.А. ЗУБЦОВСКАЯ, И.И. НОВИКОВА, О.М. КУЛИКОВА

Новосибирский НИИ гигиены Роспотребнадзора, Новосибирск, Российская Федерация

Каждый год в мире появляется порядка 720 миллиардов тонн производственных и бытовых отходов. Полигоны захоронения отходов оказывают неблагоприятное антропогенное воздействие на окружающую среду и, таким образом, являются потенциальным фактором, влияющим на здоровье населения.

Цель исследования: оценка заболеваемости населения в связи с загрязнением атмосферного воздуха выбросами полигона твёрдых коммунальных отходов (ТКО).

Материал и методы: при проведении исследования использовались материалы проекта санитарно-защитной зоны (СЗЗ) для полигона ТКО «Левобережный» (Новосибирская область), материалы независимой испытательной лаборатории газогеохимических исследований биогаза, протоколы проб атмосферного воздуха в точках жилой зоны, протоколы проб атмосферного воздуха в точках границ СЗЗ, предоставленные независимой лабораторией (n=52), данные медицинских карт (n=723).

Результаты: перечень приоритетных химических веществ, поступающих в атмосферный воздух, включал в себя 10 веществ, из которых наиболее опасными для здоровья человека являлись: бензол, формирующий 94% вклада в канцерогенную опасность, и вещества с вкладом в неканцерогенную опасность: фенол (70,9%), аммиак (7,8%), метан (7,4%), диметилбензол (7,1%). Для целей расчёта относительного риска сформированы: группа наблюдения и группа контроля. По результатам расчёта определены статистически значимые величины относительного риска заболеваемости (RR=2,8, p<0,05) и высокой частоты обращаемости (RR=5,7, p<0,05) по поводу острых и хронических болезней органов дыхания, заболеваемости анемиями (RR=2,9, p<0,05) взрослого населения, проживающего вблизи полигона твёрдых бытовых отходов.

Заключение: выводы проведённой работы подтверждают негативное влияние полигона ТКО «Левобережный» на здоровье населения.

Ключевые слова: полигон твёрдых бытовых отходов, атмосферный воздух, выбросы, заболеваемость, относительный риск.

Для цитирования: Зубцовская НА, Новикова ИИ, Куликова ОМ. Оценка заболеваемости населения в связи с загрязнением атмосферного воздуха выбросами полигона твёрдых коммунальных отходов. *Вестник Авиценны*. 2026;28(2):325-35. <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2026-28-2-325-335>

ASSESSMENT OF POPULATION MORBIDITY ASSOCIATED WITH ATMOSPHERIC EMISSIONS FROM A MUNICIPAL SOLID WASTE LANDFILL

N.A. ZUBTSOVSKAYA, I.I. NOVIKOVA, O.M. KULIKOVA

Novosibirsk Research Institute of Hygiene of Rospotrebnadzor, Novosibirsk, Russian Federation

Background: Approximately 720 billion tons of industrial and household waste are generated each year globally. Landfills exert a significant anthropogenic impact on the environment and are a critical factor influencing public health.

Objective: To assess population morbidity in relation to air pollution caused by emissions from a municipal solid waste (MSW) landfill.

Methods: This study used data from the sanitary protection zone (SPZ) project for the Levoberezhny landfill (Novosibirsk Region, Russia), gas-geochemical biogas analysis conducted by an independent testing laboratory, and atmospheric air sampling protocols from both residential areas and SPZ boundaries (n=52). Public health impacts were evaluated using medical records from a sample of 723 individuals.

Results: Ten priority chemical substances were identified in atmospheric emissions. Benzene was determined to be the primary contributor to carcinogenic risk (94%). Key contributors to non-carcinogenic hazards included phenol (70.9%), ammonia (7.8%), methane (7.4%), and dimethylbenzene (7.1%). Relative risk (RR) was calculated by comparing a study group to a control group. The results revealed statistically significant increases in the risk of morbidity (RR=2.8, p<0.05) and a higher frequency of medical consultations (RR=5.7, p<0.05) for acute and chronic respiratory diseases. Additionally, a significantly higher incidence of anemia (RR=2.9, p<0.05) was observed among adults residing near the landfill.

Conclusion: The findings confirm that the Levoberezhny MSW landfill has a measurable negative impact on the health of the surrounding population, particularly respiratory and hematological conditions.

Keywords: Solid waste landfill, atmospheric air, emissions, morbidity, relative risk.

For citation: Zubtsovskaya NA, Novikova II, Kulikova OM. Otsenka zaboлеваemosti naseleniya v svyazi s zagryazneniem atmosfernogo vozdukha vybrosami poligona tvorydykh kommunal'nykh otkhodov [Assessment of population morbidity associated with atmospheric emissions from a municipal solid waste landfill]. *Vestnik Avicenny [Avicenna Bulletin]*. 2026;28(2):325-35. <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2026-28-2-325-335>

ВВЕДЕНИЕ

Каждый год в мире появляется порядка 720 миллиардов тонн производственных и бытовых отходов, при этом на каждого жителя нашей планеты приходится 0,75 кг отходов в день (Всемирный банк, 2022) [1]. Около 96% всех отходов в России вывозится на полигоны и свалки. Ежегодно под полигоны и свалки отводятся площади размером более 10 тысяч гектаров [2-5].

Полигоны захоронения отходов оказывают неблагоприятное антропогенное воздействие на окружающую среду, являясь источником поступления загрязняющих веществ в атмосферный воздух, почву, поверхностные и грунтовые воды, растительный покров [6, 7]. На основании длительных наблюдений, ключевыми загрязнителями, присутствующими в фильтрате с полигонов твёрдых коммунальных отходов, оказались такие вещества, как хром, медь, марганец, свинец, хлориды, нитраты, фосфаты, аммоний, сульфаты, ртуть, а также другие тяжёлые металлы и токсичные соединения [7, 8].

При функционировании полигона твёрдых коммунальных отходов (ТКО) образуется свалочный газ, который состоит, главным образом, из метана (55-75%) и углекислого газа (25-45%); также в его состав входит сероводород, аммиак, оксиды азота и другие вещества (например, бензол, бенз(а)пирен, фенол, ксилон, диоксины, меркаптаны), составляющие менее 1% [5, 6, 9-12]. Объёмы выбросов загрязняющих веществ зависят от ряда факторов, связанных с эксплуатацией полигона, таких как его активная площадь, продолжительность функционирования, общее количество накопленных отходов, соотношение бытовых и промышленных фракций, состав органических и неорганических компонентов, влажность отходов, наличие систем очистки и др. [5, 8, 13, 14].

Полигон для хранения ТКО и промышленных отходов негативно влияет на окружающую среду, создавая комплексный характер загрязнений, что, несомненно, находит отражение в ухудшении здоровья населения. В результате одного из исследований было установлено, что жители, проживающие вблизи полигона ТКО, чаще страдают заболеваниями дыхательных путей, сердечно-сосудистой, нервной и мочеполовой систем, а также онкологическими болезнями. Было выявлено, что уровень загрязнённости воздуха вблизи полигона прямо связан с ростом числа заболеваний среди местного населения, особенно сильно эта зависимость прослеживается для новообразований, болезней лёгких и сердца, а также патологии костно-мышечной и нервной систем [15].

В других исследованиях и обзорах литературы появляется всё больше доказательств того, что близость к неочищенным отходам связана с врождёнными аномалиями, низкой массой тела при рождении, респираторными заболеваниями и повышенным риском рака [16, 17].

Изучение влияния воздействия химических веществ полигона на здоровье населения и разработка мер по его предупреждению является актуальной и стратегической задачей на современном этапе. С учётом имеющихся жалоб населения, проживающего вблизи полигона ТКО, поступающих в течение нескольких лет в региональные органы власти, в Федеральную службу по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, было предложено провести дополнительные исследования, целью которых было подтверждение или опровержение факта неблагоприятного влияния выбросов полигона ТКО «Левобережный» на самочувствие и здоровье. В ходе анализа материалов, полученных от Управления Роспотребнадзора по Новосибирской области, установлено, что жалобы населения в основном носили неопределённый характер и заключались в ухудшении самочувствия и качества жизни.

INTRODUCTION

Globally, approximately 720 billion tons of industrial and household waste are generated annually, with the average person producing 0.75 kg of waste per day (World Bank, 2022) [1]. In Russia, approximately 96% of all waste is disposed of in landfills and open dumps, which expand by more than 10,000 hectares each year [2-5].

Waste disposal sites exert a significant anthropogenic impact on the environment, serving as point sources of pollutants that enter the atmosphere, soil, vegetation, and surface and groundwater [6, 7]. Long-term monitoring indicates that landfill leachate primarily contains hazardous substances, including chromium, copper, manganese, lead, mercury, and other heavy metals, as well as chlorides, nitrates, phosphates, ammonium, sulfates, and various toxic compounds [7, 8].

During the operational phase of a municipal solid waste (MSW) landfill, landfill gas is generated. This gas is predominantly composed of methane (55-75%) and carbon dioxide (25-45%), with trace amounts (<1%) of highly toxic substances including hydrogen sulfide, ammonia, nitrogen oxides, benzene, benzo(a)pyrene, phenol, xylene, dioxins, and mercaptans [5, 6, 9-12]. The volume of these emissions is influenced by several operational factors, including the landfill's active surface area, operating duration, total waste accumulation, the ratio of household to industrial fractions, moisture content, and the efficacy of existing treatment systems [5, 8, 13, 14].

The cumulative environmental pollution generated by MSW and industrial waste landfills significantly contributes to the deterioration of public health. Research has demonstrated that residents living in proximity to these sites experience higher rates of respiratory, cardiovascular, neurological, and genitourinary diseases, as well as increased cancer incidence. Air pollution levels near landfills have been directly correlated with rising morbidity, particularly regarding neoplasms, pulmonary and cardiac conditions, and pathologies of the musculoskeletal and nervous systems [15].

Furthermore, literature reviews suggest that exposure to untreated waste is associated with adverse birth outcomes, such as congenital defects and low birth weight, as well as chronic respiratory diseases [16, 17].

Investigating the public health impacts of landfill-derived chemicals and developing preventive measures are critical strategic priorities. Following several years of resident complaints submitted to regional authorities and the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing (Rospotrebnadzor), additional studies were commissioned to evaluate the impact of emissions from the Levoberezhny MSW landfill. While initial reports from the Novosibirsk Region Office of Rospotrebnadzor indicated that many complaints were generalized, citing declines in overall health and quality of life, they underscored the need for rigorous scientific confirmation of these adverse effects.

PURPOSE OF THE STUDY

To assess population morbidity associated with atmospheric pollution from MSW landfill emissions.

METHODS

To achieve the research objective, the following tasks were established: characterizing the MSW landfill and its geographical

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценка заболеваемости населения в связи с загрязнением атмосферного воздуха выбросами полигона ТКО.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи: дать характеристику полигона ТКО и места его расположения; определить потенциальные загрязнители атмосферного воздуха от воздействия выбросов полигона ТКО; определить критические органы и системы, подверженные воздействию приоритетных загрязнителей; провести анализ заболеваемости населения, проживающего в непосредственной близости от полигона (группа наблюдения) и на некотором удалении (группа контроля); определить относительный риск возникновения заболеваний, этиологически связанных с выбросами полигона ТКО.

При проведении исследования использовались материалы проекта санитарно-защитной зоны (СЗЗ) для полигона ТКО «Левобережный» (Новосибирская область), материалы независимой испытательной лаборатории газеохимических исследований биогаза (n=3), протоколы проб атмосферного воздуха в точках жилой зоны, предоставленные ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Новосибирской области» (n=56), протоколы проб атмосферного воздуха в точках границ СЗЗ, предоставленные независимой лабораторией (n=52), данные медицинских карт (n=723).

Для определения приоритетных загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах полигона ТКО, а также критических органов и систем, потенциально подвергающихся вредному влиянию загрязнителей атмосферного воздуха использовались методические подходы, изложенные в Руководстве по оценке риска для здоровья населения¹.

Для оценки относительного риска заболеваемости населения были определены территории: территория наблюдения, на которой расположены дома, размещённые вблизи границы полигона (расстояние от этих домов до границы полигона составляет 0,3-1,1 км); территория контроля, условно чистая территория, на жителей которой предположительно не оказывают влияние выбросы полигона ТКО и иных предприятий – потенциальных загрязнителей атмосферного воздуха (расстояние от этих домов до границы полигона составляет 2,7 км и более). На предмет изучения заболеваемости населения проводилась выкопировка 325 медицинских карт взрослых и 122 детей, составляющих группу наблюдения, 213 медицинских карт взрослых и 63 детей, составляющих группу контроля. Население групп наблюдения и контроля характеризовалось похожими социально-экономическими и жилищными условиями. Учитывались диагнозы по заболеваниям, которые могут развиваться у человека при хроническом воздействии выбросов полигона, также учитывалась частота обращений в год по данной патологии. Данные показатели оценивались за весь период наблюдения человека в медицинской организации, при проживании на данной территории не менее 5 лет.

Регистрировались следующие нозологические формы у взрослых (18 лет и старше): острые и хронические болезни органов дыхания (ларингит, трахеит, бронхит), аллергический дерматит, анемия, хронические болезни печени (холецистит, дискинезия желчевыводящих путей, токсический гепатит), хронические болезни почек (гломерулонефрит, токсическое поражение почек),

location; identifying potential atmospheric pollutants emitted by the facility; determining the critical organs and systems targeted by priority pollutants; analyzing disease incidence among residents living in the immediate vicinity of the landfill (study group) versus those at a significant distance (control group); and calculating the relative risk (RR) of developing pathologies etiologically associated with landfill emissions.

The study used data from the sanitary protection zone (SPZ) project for the Levoberezhny landfill (Novosibirsk Region, Russia) and gas-geochemical biogas analyses conducted at an independent laboratory (n=3). Atmospheric air quality data were sourced from sampling protocols provided by the Federal Budgetary Institution of Health "Center for Hygiene and Epidemiology in the Novosibirsk Oblast" (n=56) for residential areas, and from an independent laboratory (n=52) for the SPZ boundaries. The public health assessment was based on a clinical review of medical records (n=723).

Priority pollutants and their corresponding target organs and systems were identified according to the methodological frameworks established in the Guide to Public Health Risk Assessment.¹

To assess the RR of morbidity, two distinct areas were defined:

1. Study Group: Residents of households located 0.3-1.1 km from the landfill boundary.
2. Control Group: Residents of a "conditionally clean" area located at a distance of 2.7 km or more, where exposure to emissions from the landfill or other industrial sources was negligible.

The study population included 325 adults and 122 children in the study group, and 213 adults and 63 children in the control group. Both cohorts featured comparable socioeconomic and housing conditions. Analysis focused on diagnoses potentially associated with chronic exposure to landfill emissions and the annual frequency of medical consultations for these conditions. Inclusion criteria required a minimum of five years of residency in the respective area.

Monitored health outcomes included:

- Adults (≥18 years): Acute and chronic respiratory diseases (laryngitis, tracheitis, bronchitis), allergic dermatitis, anemia, chronic liver diseases (cholecystitis, biliary dyskinesia, toxic hepatitis), chronic kidney diseases (glomerulonephritis, toxic renal damage), nervous system disorders (autonomic dysfunction/vegetative-vascular dystonia), ophthalmic conditions (conjunctivitis, dry eye syndrome), arterial hypotension, oncological diseases (hematologic malignancies and cancers of the nasopharynx, larynx, trachea, bronchi, lungs, oral cavity, stomach, intestines, bladder, liver, and kidneys), and obstetric complications (stillbirth, miscarriage).
- Children (0-14 years): Congenital anomalies, atopic dermatitis, and bronchial asthma.

Statistical analysis. A comparative analysis of disease incidence by landfill proximity was conducted using Pearson's chi-squared test (χ^2). The etiological fraction (EF) and sensitivity (Se) were also determined. To validate the correlation between landfill emissions and increased morbidity, a logistic regression model was employed [18]. The model incorporated variables such as the annual number of clinic visits for respiratory diseases, patient

1 Р 2.1.10.3968-23 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду»

1 Р 2.1.10.3968-23 Guideline on Public Health Risk Assessment of Exposure to Environmental Chemical Pollutants

болезни нервной системы (вегетососудистая дистония), болезни органа зрения (конъюнктивит, синдром «сухого глаза»), артериальная гипотензия, онкологические заболевания (лимфатическая лейкемия, гемобластоз, лейкоз, рак носоглотки, гортани, трахеи, бронхов, лёгких, полости рта, желудка, кишечника, мочевого пузыря, печени, почек), патология беременности и родов (мёртворожденность, выкидыши); у детей (0-14 лет): врождённые аномалии, атопический дерматит, бронхиальная астма.

Статистический анализ. Сравнительный анализ заболеваемости населения, проживающего на разном расстоянии от полигона «Левобережный» (относительный риск) проводился с помощью метода χ^2 Пирсона с определением этиологической доли фактора (EF), чувствительности (Se). Для подтверждения негативного влияния полигона ТКО на увеличение заболеваемости населения использовался метод логистической регрессии [18]. При построении модели использовались показатели, характеризующие количество обращений в год по поводу заболеваний органов дыхания в поликлинику, возраст пациента, расстояние проживания населения от полигона ТКО. Расчёты выполнялись с применением языка программирования Python 3.10.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Полигон ТКО «Левобережный» введён в эксплуатацию в 1995 г. На сегодняшний день высота полигона ТКО составляет около 100 м. Занимаемая площадь полигона – 243869 м². Площадка полигона располагается на трёх земельных участках, расположенных на границе города Новосибирска и Новосибирского района. Организация работ на полигоне определялась технологической схемой эксплуатации полигона, которая представляла собой генплан полигона, определяющий с учётом сезонов года последовательность выполнения работ, размещения площадей для складирования ТКО и разработки изолирующего грунта. Складирование ТКО осуществлялось методом «надвига» и «сталкивания». Уплотнённый слой ТКО высотой 2 м изолировался слоем грунта 0,25 м (при обеспечении уплотнения в 3,5 раза и более допускался изолирующий слой толщиной 0,15 м).

На полигоне ТКО выявлены следующие источники выбросов загрязняющих веществ: 4 организованных источника (трубы вентиляции гаражного бокса, трубы котельной) и 8 неорганизованных (склады угля, сварочный пост, полигон ТКО, работа автотранспорта, площадка автозаправочной станции, автовесы). По результатам исследования биогаза от свалочного тела полигона ТКО в атмосферный воздух выделялось 18 веществ: аммиак, азота диоксид, серы диоксид, азот (II) оксид, сероводород, углерода оксид, дигидросульфид, метан, бензол, диметилбензол (ксилол), метилбензол (толуол), этилбензол, трихлорметан, тетрахлорметан, хлорбензол, гидроксibenзол (фенол), формальдегид, взвешенные частицы PM 2,5.

При сравнении с максимально-разовыми предельно-допустимыми концентрациями (ПДК), в атмосферном воздухе на высоте 1-1,5 м от тела полигона отмечалось превышение концентраций бензола (в 4 раза), фенола (в 200 раз), ксилола (в 11 раз), аммиака (в 12 раз), толуола (в 5 раз), метана (в 4 раза). Помимо биогаза полигона при осуществлении деятельности предприятия в атмосферный воздух поступали следующие загрязняющие вещества: взвешенные частицы PM 2,5, азота диоксид, азот (II) оксид, серы диоксид, углерода оксид, керосин, бенз/а/пирен, зола углей (с содержанием SiO₂ от 20 до 70%), пыль неорганическая, содержащая менее 20% двуокиси кремния, марганец и его соединения, фтористые газообразные соединения (в пересчёте на фтор),

age, and residential distance from the landfill. All statistical computations were performed using Python 3.10.

RESULTS

The Levoberezhny MSW landfill, commissioned in 1995, currently reaches an approximate height of 100 m and covers an area of 243,869 m². The landfill site is situated on three plots of land on the border between Novosibirsk and the Novosibirsk District. Operations were governed by a landfill management plan, which included a master plan outlining seasonal workflows, the placement of MSW storage areas, and the development of soil cover. The waste was deposited using the "overthrust" and "push-up" methods. Each 2-meter layer of compacted MSW was covered with a 0.25-meter layer of insulating soil. However, if the compaction ratio were increased by a factor of 3.5, a thinner insulating layer of 0.15 meters would be permitted.

The facility includes four organized emission sources (boiler house and garage ventilation) and eight unorganized sources (coal storage, welding stations, the landfill body, vehicle operations, the fuel station, and truck scales). Biogas analysis identified 18 atmospheric pollutants: ammonia, nitrogen dioxide, sulfur dioxide, nitric oxide, hydrogen sulfide, carbon monoxide, methane, benzene, dimethylbenzene (xylene), methylbenzene (toluene), ethylbenzene, trichloromethane (chloroform), carbon tetrachloride, chlorobenzene, hydroxybenzene (phenol), formaldehyde, and PM2.5 particulate matter.

Measurements taken 1.0-1.5 m above the landfill surface revealed concentrations significantly above the maximum permissible concentrations (MPC): phenol (200×), ammonia (12×), xylene (11×), toluene (5×), and benzene and methane (4× each). In addition to landfill biogas, the facility's operations resulted in the atmospheric emission of several pollutants: fine particulate matter (PM2.5), nitrogen dioxide (NO₂), nitrogen monoxide (NO), sulfur dioxide (SO₂), and carbon monoxide (CO). The emissions also included kerosene, benzo[a]pyrene, coal ash (20-70% SiO₂), and inorganic dust with varying silica content (less than 20% and 20-70% SiO₂). Additionally, manganese and its compounds, gaseous fluorides (measured as fluorine), hydrogen sulfide (H₂S), gasoline, and C12-C19 alkanes were identified. Consequently, the total annual emissions from the landfill were 24,085.44 tonnes.

Hazard Identification

An assessment of ambient air quality within the landfill emissions impact zone revealed no exceedances of the MPCs for 14 substances typically associated with MSW landfill emissions, either in residential areas or at the boundaries of the sanitary protection zone.

During the hazard identification process, conducted in accordance with the Public Health Risk Assessment Guidelines, a list of 10 priority chemicals emitted into the atmosphere was established. The substances posing the greatest risk to human health were benzene, which accounted for 94.1% of the carcinogenic risk, and several substances that contributed substantially to the non-carcinogenic risk: phenol (70.9%), ammonia (7.8%), methane (7.4%), and dimethylbenzene (7.1%).

Twelve critical target organs and body systems were identified. Considering the cumulative effects on these organs and systems, the greatest adverse impacts are expected to manifest as disorders of the central nervous system, liver, kidneys, and respiratory system, as well as developmental processes.

дигидросульфид, алканы C12-C19, бензин, пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния от 20 до 70%. Таким образом, общий объём выбросов от полигона составлял 24085,44 т/год.

Оценка фактического состояния атмосферного воздуха в зоне влияния выбросов полигона демонстрировала отсутствие превышений ПДК вредных веществ (по 14 веществам, характерным для выбросов полигонов ТКО) на территории жилой застройки и на границах СЗЗ.

В процессе выполнения идентификации опасности в соответствии с Руководством по оценке риска для здоровья населения, определён перечень приоритетных химических веществ, поступающих в атмосферный воздух, который включал в себя 10 веществ. Наиболее опасными для здоровья человека являлись: бензол (вклад в канцерогенную опасность 94,1%) и вещества с высоким вкладом в неканцерогенную опасность: фенол (70,9%), аммиак (7,8%), метан (7,4%), диметилбензол (7,1%). Определены 12 критических органов и систем. С учётом суммарного воздействия на органы и системы наибольшее негативное воздействие химических веществ будет проявляться в патологии центральной нервной системы, печени, почек, процессов развития, органов дыхания.

Также проводилась оценка возможного влияния на заболеваемость населения иных загрязнителей атмосферного воздуха. В радиусе 3 км от жилых домов группы наблюдения и контроля не расположено производственных предприятий 1-3 класса опасности, являющихся потенциальными загрязнителями атмосферного воздуха. При оценке влияния транспортных магистралей установлено возможное негативное влияние автомобильной дороги на здоровье жителей двух домов, расположенных от дороги на расстоянии 25-75 м.

В группе наблюдения у взрослых (18-70 лет) регистрировались более высокие показатели заболеваемости по следующим нозологиям или группам болезней: патология органов дыхания, аллергический дерматит, анемия, артериальная гипотензия, при этом значительное превышение относительного показателя (более чем в 2 раза) было отмечено по заболеваемости органов дыхания, анемией и артериальной гипотензией. Сравнительно одинаковые относительные показатели регистрировались по заболеваемости вегетососудистой дистонией, а также частоте обращений по поводу конъюнктивита. Относительный показатель онкозаболеваемости, заболеваемости хроническими болезнями печени был выше в группе контроля: в 3,5 и в 1,3 раза соответственно. Хроническая патология почек в группах сравнения не выявлена. За весь период наблюдения в обеих группах сравнения не выявлено случаев мёртворождений и статистически значимых различий в количестве выкидышей у женщин репродуктивного возраста.

Для исключения возможного влияния автомобильных выхлопных газов на здоровье населения при расчёте относительного риска не учитывались данные о заболеваемости органов дыхания у населения двух домов, расположенных в непосредственной близости к автомобильной дороге. Определены статистически значимые величины относительного риска заболеваемости и высокой частоты обращаемости по поводу острых и хронических болезней органов дыхания, в частности ларингита, трахеита и бронхита, относительный риск (RR) в данном случае составил 2,8 (этиологическая составляющая – высокая 64%) и 5,7 (этиологическая составляющая – почти полная 82%) соответственно. Чувствительность метода оценивалась как высокая – 0,7 и 0,8 соответственно.

Можно предположить, что заболеваемость анемией в группе наблюдения также была обусловлена влиянием полигона,

An assessment of the potential effects of other atmospheric pollutants on morbidity was also performed. No industrial facilities classified as hazard classes 1-3 and considered potential sources of air pollution are located within a 3-km radius of the residential buildings included in the monitoring and control group.

An assessment of highway-related impacts identified a potential adverse effect of road traffic emissions on the health of residents in two residential buildings located 25-75 m from the roadway.

Morbidity and Relative Risk Analysis

In the study group, adults aged 18-70 years demonstrated higher incidence rates for the following diseases and disease groups: respiratory diseases, allergic dermatitis, anemia, and arterial hypotension. A statistically significant increase in the RR (more than twofold) was observed for respiratory diseases, anemia, and arterial hypotension. Comparable relative risks were identified for autonomic dysfunction/vegetative-vascular dystonia and the frequency of medical visits related to conjunctivitis. Higher RR for cancer and chronic liver disease were observed in the control group, exceeding those in the observation group by factors of 3.5 and 1.3, respectively. Chronic kidney disease was not identified in either comparison group. Throughout the entire observation period, no stillbirths were recorded, and no statistically significant differences in miscarriage rates among women of reproductive age were identified between the two groups.

To exclude the potential influence of vehicle exhaust emissions on public health outcomes, data on respiratory diseases among residents of two houses near the highway were excluded from the relative risk calculations. Statistically significant increases in RR and in the frequency of medical consultations for acute and chronic respiratory diseases, particularly laryngitis, tracheitis, and bronchitis, were identified. The RR were 2.8 (high etiological fraction: 64%) and 5.7 (almost complete etiological fraction: 82%), respectively. The sensitivity of the method was assessed as high, with values of 0.7 and 0.8, respectively.

The increased incidence of anemia in the observation group may also be associated with exposure to landfill emissions. In this case, the RR was 2.9 ($p < 0.05$), with a high etiological fraction (65%) and high sensitivity (0.8). A relative risk greater than 1.0 indicated a possible association between the studied exposure factor and the incidence of allergic dermatitis and arterial hypotension; however, these findings were not statistically significant ($p > 0.05$). For other nosologies, including chronic liver disease, autonomic dysfunction/vegetative-vascular dystonia, eye diseases, and malignant neoplasms, the RR estimates were also not statistically significant (Table 1).

In the pediatric study group (ages 0-14), the incidence of bronchial asthma was three times higher than in the control group. Relative rates for congenital anomalies were comparable between the two cohorts, while the incidence of atopic dermatitis was 1.8 times higher in the control group. Although the RR for bronchial asthma exceeded 1.0, the difference was not statistically significant. No increased risk was observed for the other assessed parameters (congenital anomalies and atopic dermatitis). Consequently, it can be concluded that the MSW landfill has no statistically significant adverse effect on the prevalence of congenital anomalies, bronchial asthma, or atopic dermatitis among the child population (Table 2).

относительный риск в данном случае составлял 2,9 ($p < 0,05$) с высокой этиологической долей (65%) и высоким значением чувствительности (0,8). Относительный риск выше единицы указывал на влияние изучаемого фактора на заболеваемость аллергическим дерматитом и артериальной гипотензией, однако рассчитанный показатель не являлся статистически значимым ($p > 0,05$), по остальным нозологиям (хронические болезни печени, вегетососудистая дистония, болезни глаз, злокачественные новообразования), показатель относительного риска не имел статистической значимости (табл. 1).

В группе наблюдения среди детей (0-14 лет) регистрировались более высокие показатели заболеваемости бронхиальной астмой, относительный показатель в группе наблюдения был выше, чем в группе контроля в 3 раза. Сравнительно одинаковые относительные показатели регистрировались по общему количеству врождённых аномалий. Относительный показатель заболеваемости atopическим дерматитом был выше в группе контроля в 1,8 раза. Относительный риск выше 1 отмечался только для бронхиальной астмы, однако различия в заболеваемости бронхиальной астмой не имели статистической значимости. По остальным оцениваемым параметрам (количество врождённых аномалий, заболеваемость atopическим дерматитом) риск отсутствовал. Таким образом, можно сделать вывод об отсутствии неблагоприятного влияния полигона ТКО на возникновение врождённых аномалий и заболеваемость бронхиальной астмой и atopическим дерматитом у детей (табл. 2).

Влияние полигона ТБО на здоровье населения оценивалось, в том числе, с помощью метода логистической регрессии. Построенная модель имела следующий вид:

$$y = 4,04x_1 - 0,03x_2 - 1,48x_3,$$

где x_1 – количество обращений в поликлинику по поводу заболеваний органов дыхания в год.

x_2 – возраст пациента, лет

x_3 – расстояние проживания населения от полигона ТКО, км.

The public health impact of the landfill was further evaluated using logistic regression. The resulting model is defined as follows:

$$y = 4.04x_1 - 0.03x_2 - 1.48x_3,$$

where:

x_1 : Annual frequency of medical consultations for respiratory diseases.

x_2 : Patient age (years).

x_3 : Residential distance from the MSW landfill (km).

The model was statistically significant ($p < 0.05$) with a predictive accuracy of 0.92. Analysis of the model indicates that for each additional kilometer from the landfill boundaries, the probability of developing respiratory diseases decreases by a factor of 0.09 (Fig.).

DISCUSSION

Our results align with previous research that has established a definitive link between residential proximity to landfills and respiratory morbidity, including increased hospitalization rates. However, the causal relationship between toxic landfill emissions and lung cancer remains a subject requiring further longitudinal confirmation [19].

Studies evaluating populations living within 1 km of open landfills have reported a significantly higher prevalence of respiratory diseases, ophthalmic infections, and gastrointestinal disorders than in unexposed groups [20]. Regression analyses of the distance between residences and landfill sites consistently show a decline in disease frequency with increasing distance [21-23]. Specifically, children residing further from such sources exhibit improved pulmonary function and enhanced non-specific immunity indicators [24]. Furthermore, the duration of residence is a critical factor; long-term exposure is associated with high rates of bronchial asthma (40.74%), nasal mucosal irrita-

Таблица 1 Относительный риск возникновения заболеваний у взрослого населения (18-70 лет), проживающего вблизи полигона

Нозологии Nosologies	RR	95% CI	p	EF (%)	Se
Острые и хронические болезни органов дыхания (ларингит, трахеит, бронхит) Acute and chronic respiratory diseases (laryngitis, tracheitis, bronchitis)	2.8	[1.7; 4.6]	<0.05	64	0.7
Острые и хронические болезни органов дыхания (ларингит, трахеит, бронхит) (частота обращений в год) Acute and chronic respiratory diseases (laryngitis, tracheitis, bronchitis) (annual consultation frequency)	5.7	[2.3; 14.5]	<0.05	82	0.8
Анемия Anemia	2.9	[1.1; 8.6]	<0.05	65	0.8

Таблица 2 Относительный риск возникновения заболеваний у детского населения (0-14 лет), проживающего вблизи полигона

Показатель Indicator	RR	95% CI	p	EF (%)	Se
Количество врождённых аномалий Congenital anomalies	0.86	[0.2; 3.5]	>0.05	–	0.6
Заболеваемость atopическим дерматитом Incidence of atopic dermatitis	0.55	[0.3; 1.1]	>0.05	–	0.5
Заболеваемость бронхиальной астмой Incidence of bronchial asthma	3.1	[0.4; 25.2]	>0.05	–	0.8

Table 1 RR of morbidity in the adult population (ages 18-70) residing near the landfill

Table 2 RR of morbidity in the pediatric population (ages 0-14) residing near the landfill

Значимость модели определялась на уровне статистической значимости ($p < 0,05$), точность моделирования 0,92. Анализ модели позволяет сделать вывод, что с увеличением расстояния проживания человека от границ полигона ТКО вероятность возникновения заболеваний органов дыхания падает в 0,09 раза на каждый километр (рис.).

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные нами данные согласуются с выводами других авторов о наличии доказанной связи между проживанием вблизи свалки и респираторными болезнями, в том числе частотой госпитализации в результате респираторных заболеваний, но при этом причинно-следственная связь между воздействием токсичных выбросов полигонов и раком лёгких, нуждается в дальнейшем подтверждении [19].

В одном из исследований, в котором оценивался риск возникновения заболеваний у населения, проживающего на расстоянии до 1 км от открытой свалки отмечено, что распространённость респираторных заболеваний, глазных инфекций, болезней желудка оказалась значительно выше, чем среди группы, не подвергшейся воздействию [20]. Регрессионный анализ расстояния между местом проживания и свалкой показывает снижение частоты заболеваний [21-23], а также сниженных функциональных показателей лёгких и показателей неспецифического иммунитета у детей по мере удаления проживания от источника [24]. Фактор продолжительности проживания населения вблизи открытых свалок является значимым при оценке распространённости заболеваний: продолжительной бронхиальной астмы (40,74%), раздражения слизистой носа (25,93%) и респираторных проблем (33,33%) [20, 21, 25].

Результаты мониторинговых исследований загрязнений атмосферного воздуха на территории полигона, на границах СЗЗ и территориях наиболее близко расположенных жилых зон в публикациях разных исследователей являются в некотором роде противоречивыми. Так, в 2017-2020 гг. в пределах полигона ТКО

tion (25.93%), and general respiratory distress (33.33%) [20, 21, 25].

Ambient air quality data in the literature remain somewhat contradictory. For instance, studies of the Slavnoye landfill (Tver Region, Russia) from 2017-2020 reported no MPC exceedances for methane, ammonia, hydrogen sulfide, xylene, formaldehyde, or toluene. However, ethylbenzene levels were more than double the permissible limit [26].

Similarly, in Novocherkassk, despite a twofold increase in emission volumes, pollutants at the residential boundary did not exceed MPCs; however, a composite pollution index (P) for 14 substances indicated a persistent, albeit low, level of atmospheric contamination [27].

In contrast, studies in the Volgograd region identified significant MPC exceedances for mercaptans, nitrogen dioxide, sulfur compounds, phenol, and suspended solids at various distances (up to 500 m), with concentrations decreasing as distance from the source increased [24].

Research in northern China mirrored our findings: while gases such as hydrogen sulfide and sulfur dioxide remained within national standards at 0.8-1.4 km, they were significantly above background levels, and PM10 concentrations exceeded the limits by 2.6 times [28].

Study limitations. While this study controlled the influence of major industrial facilities and transport routes, several confounding factors remain. These include variations in lifestyle and socioeconomic conditions, precise individual residency durations, individual health-seeking behaviors, and disparities in the quality of local medical care.

CONCLUSION

The negative impact of the Levoberezhny MSW landfill on public health is substantiated by: statistically significant RR in the adult population residing near the site for acute and chronic laryngitis, tracheitis, and bronchitis ($RR=2.8$, $p < 0.05$); increased healthcare utilization, with a significantly higher annual consultation frequency for respiratory pathologies ($RR=5.7$, $p < 0.05$) and anemia ($RR=2.9$, $p < 0.05$); logistic regression modeling (accuracy: 0.92) confirmed that the probability of respiratory disease decreases significantly as residential distance from the landfill boundaries increases.

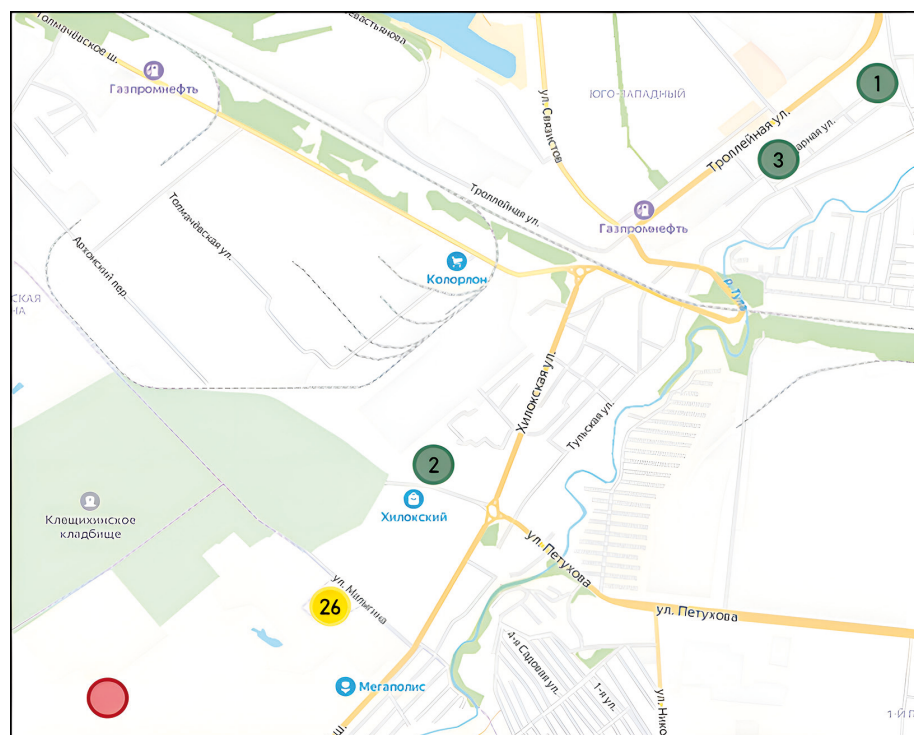


Рис. Распространённость заболеваний органов дыхания у населения 18 лет и старше, проживающих в районе полигона

Fig. Prevalence of respiratory diseases among adults (aged 18 and older) residing in the vicinity of the MSW landfill

«Славное» (Тверская обл.) не отмечалось превышений ПДК по 6 загрязняющим веществам (метан, аммиак, дигидросульфид, диметилбензол, формальдегид метилбензол), за исключением этилбензола, концентрация которого превышала ПДК более, чем в два раза [26].

Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха в г. Новочеркасске на границе жилой застройки, расположенной в непосредственной близости от полигона ТКО, в связи с увеличением объема выбрасываемых веществ почти в 2 раза показала отсутствие превышения ПДК загрязняющих веществ, однако комплексный показатель Р по 14 веществам свидетельствовал о слабом уровне загрязнения атмосферного воздуха на границе жилой застройки [27].

При исследовании проб воздуха в СЗЗ полигона ТКО, расположенного в Волгоградской области, отбираемых на расстоянии от полигона 10 м, 50 м 500 м и более, установлено превышение ПДК по следующим веществам: меркаптан, диоксида азота, сера, оксид углерода, сероводород, аммиак, четырёххлористый углерод, формальдегид, фенол, взвешенные вещества. Максимально высокие уровни содержания веществ наблюдались на расстоянии 10 м от свалки, и с увеличением расстояния от источника уровни содержания веществ снижались, однако не всегда до уровней ПДК [24].

Средние концентрации сероводорода, диоксида серы, диоксида азота, аммиака в атмосферном воздухе вблизи свалки, расположенной в Северном Китае (0,8-1,4 км) находились в допустимых пределах Национального стандарта качества окружающего воздуха в Китае (GB 3095-2012), однако значительно превышали

концентрации этих веществ на более удалённом расстоянии. При этом концентрации PM₁₀ превышали ПДК в 2,6 раза [28].

Ограничения исследования. При формировании выборки исследования исключалось влияние промышленных объектов – потенциальных источников загрязнения атмосферного воздуха, транспортных магистралей. Однако стоит отметить другие ограничивающие факторы, опосредованно влияющие на результаты исследования: условия и образ жизни, точная продолжительность проживания на данной территории, частота обращений за медицинской помощью конкретного индивида, качество медицинского обслуживания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, негативное влияние полигона ТКО «Левобережный» на здоровье населения подтверждается: достоверными значениями высокого относительного риска у взрослого населения, проживающего вблизи полигона ТКО, возникновения острого и хронического ларингита, трахеита, бронхита (RR=2,8, p<0,05), увеличением частоты обращаемости по поводу болезней органов дыхания (RR=5,7, p<0,05), заболеваемости анемиями (RR=2,9, p<0,05); выводами расчётов логистической регрессии о статистически значимом (точность модели 0,92) снижении заболеваемости населения болезнями органов дыхания по мере удаления их места проживания от границ полигона ТКО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Zhang M, Wei J, Li H, Chen Y, Liu J. Comparing and optimizing municipal solid waste (MSW) management focused on air pollution reduction from MSW incineration in China. *Sci Total Environ*. 2024;907:167952. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167952>
2. Иванцова ЕА. Проблемы и перспективы управления твёрдыми бытовыми отходами. *Вестник Волгоградского государственного университета*. 2016;2:148-59. <https://doi.org/10.15688/jvolsu3.2016.2.15>
3. Диденко ВС, Соловьева АИ, Аникиенко АЕ, Маслова АП, Меркулова НА. Анализ загрязняющих веществ, выделяемых полигоном ТКО, и их общее влияние на органы и системы организма человека. *Столыпинский вестник*. 2022;4(8):63.
4. Завизион Ю, Слюсарь Н, Коротаев В. Геоэкологическая оценка состояния полигонов захоронения твёрдых коммунальных отходов. *Экология и промышленность России*. 2019;23(8):50-6. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2019-8-50-56>
5. Ковригин АА, Слесарев МЮ. Экологический мониторинг атмосферы вблизи полигона «Саларьево». *Вестник МГСУ*. 2022;17(5):589-602. <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2022.5.589-602>
6. Трубаев ПА, Верёвкин ОВ, Гришко БМ, Тарасюк ПМ, Щёкин ИИ, Суслов ДЮ. Исследование выхода свалочного газа с тела полигона ТБО. *Энергетические системы*. 2017;1:436-43.
7. Mu L, Wang Q, Zha F, Wang J, Xu R, Piao M. Contaminant transport in a municipal solid waste landfill: On-site assessment and numerical modelling of vertical barrier wall effectiveness. *Waste Managemen*. 2025:114978. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2025.114978>

REFERENCES

1. Zhang M, Wei J, Li H, Chen Y, Liu J. Comparing and optimizing municipal solid waste (MSW) management focused on air pollution reduction from MSW incineration in China. *Sci Total Environ*. 2024;907:167952. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167952>
2. Ivantsova EA. Problemy i perspektivy upravleniya tvyordymi bytovymi otkhodami [Problems and prospects of solid waste management]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2016;2:148-59. <https://doi.org/10.15688/jvolsu3.2016.2.15>
3. Didenko VS, Solovyova AI, Anikienko AE, Maslova AP, Merkulova NA. Analiz zagrязnyayushchikh veshchestv, vydelyaemykh polygonom TKO, i ikh obshchee vliyaniye na organy i sistemy organizma cheloveka [Analysis of pollutants released by the MSW polygon and their general impact on organs and systems of the human body]. *Stolypinskiy vestnik*. 2022;4(8):63.
4. Zavizion Yu, Slyusar N, Korotaev V. Geoekologicheskaya otsenka sostoyaniya polygonov zakhoroneniya tvyordykh kommunal'nykh otkhodov [Geoeological assessment of the condition of municipal solid waste landfills]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2019;23(8):50-6. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2019-8-50-56>
5. Kovrigin AA, Slesarev MYu. Ekologicheskiy monitoring atmosfery vblizi polygona «Salar'ev» [Environmental monitoring of the atmosphere near the Salaryevo test site]. *Vestnik MGSU*. 2022;17(5):589-602. <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2022.5.589-602>
6. Trubaev PA, Vervovkin OV, Grishko BM, Tarasyuk PM, Shchyokin II, Suslov DYU. Issledovanie vykhoda svalochного gaza s tela polygona TBO [Study of landfill gas release from the body of a solid waste landfill]. *Energeticheskie sistemy*. 2017;1:436-43.
7. Mu L, Wang Q, Zha F, Wang J, Xu R, Piao M. Contaminant transport in a municipal solid waste landfill: On-site assessment and numerical modelling of vertical barrier wall effectiveness. *Waste Managemen*. 2025:114978. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2025.114978>

8. Романов ВВ, Мальский КС, Посеренин АИ, Дронов АН, Иванов АА. Комплекс геофизических методов исследований полигонов твёрдых отходов горнодобывающих предприятий. *Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2018;11:114-20. <https://doi.org/10.25018/0236-1493-2018-11-0-114-120>
9. Lakhout A. Mitigating landfill emissions strategies for effective waste management in Tabuk. *Cleaner Waste Systems*. 2024;9:100187. <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2024.100187>
10. Камеңецкая ДМ. Эколого-гигиенические проблемы утилизации свалочного газа. *Бюллетень медицинских интернет-конференций*. 2020;10(1):8.
11. Meena MD, Dotaniya ML, Meena BL, Rai PK, Antil RS, Meena HS, et al. Municipal solid waste: Opportunities, challenges and management policies in India: A review. *Waste Management Bulletin*. 2023;1:4-18. <https://doi.org/10.1016/j.wmb.2023.04.001>
12. Sharma A, Ganguly R, Gupta AK. Life cycle assessment of municipal solid waste generated from hilly cities in India – A case study. *Heliyon*. 2023;9(11): 21575. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21575>
13. Каненкин ЕИ, Бегунова ЛА, Уланова ОВ. Качественные и количественные характеристики почв и свалочного грунта полигона твёрдых коммунальных отходов. *Известия Самарского научного центра РАН*. 2022;24(5):44-50. <https://doi.org/10.37313/1990-5378-2022-24-5-44-50>
14. Малышева АГ, Козлова НЮ, Растяниников ЕГ, Ермаков АА, Шохин ВА. Физико-химические исследования для оценки химической безопасности и эффективности применения новой системы очистки свалочного газа на полигоне твёрдых бытовых отходов. *Гигиена и санитария*. 2017;96(11):1103-8. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-11-1103-1108>
15. Румянцев ГИ, Прохоров НИ, Дроздова ТВ. Оценка направленности причинно-следственных связей между факторами среды обитания и заболеваемостью населения на территории размещения крупного полигона по захоронению твёрдых бытовых отходов. *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской Академии медицинских наук*. 2005;40(2):143-7.
16. Kanhai G, Fobil JN, Nartey BA, Spadaro JV, Mudu P. Urban municipal solid waste management: Modeling air pollution scenarios and health impacts in the case of Accra, Ghana. *Waste Manag*. 2021;123:15-22. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.01.005>
17. Khan S, Anjum R, Raza ST, Ahmed Bazai N, Ihtisham M. Technologies for municipal solid waste management: Current status, challenges, and future perspectives. *Chemosphere*. 2022;288(Pt1):132403. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132403>
18. Егосхин ВЛ, Саввина НВ, Гржибовский АМ. Множественная логистическая регрессия для бинарной переменной отклика в программной среде r – краткие специальности «медицина» и «общественное здравоохранение». *West Kazakhstan Medical Journal*. 2019;61(2):83-90.
19. Mataloniedc F, Badaloni C, Golini MN, Bolignano A, Bucci S, Sozzi R, et al. Morbidity and mortality of people who live close to municipal waste landfills: A multisite cohort study. *Int J Epidemiol*. 2016;45(3):806-15. <https://doi.org/10.1093/ije/dyw052>
20. Singh S, Chokhandre P, Pradeep S, Salve PS, Rajak R. Open dumping site and health risks to proximate communities in Mumbai, India: A cross-sectional case-comparison study. *Clin Epidemiol Glob Health*. 2021;9:34-40. <https://doi.org/10.1016/j.cegh.2020.06.008>
21. Chowti SP, Kulkarni GN, Manjunatha MV. Impact of dumping of municipal solid waste on households near dumping yard in Karnataka. *Int J Curr Microbiol App Sci*. 2018;7(8):924-33. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.708.105>
22. Oyedele OA, Oyedele AO. Impacts of waste dumps on the health of neighbours: A case study of Olusosun waste dump, Ojota, Lagos state, Nigeria. *J Civ Constr Environ Eng*. 2017;2(1):27-33. <https://doi.org/10.11648/j.jccee.20170201.15>
23. Babs-Shomoye F, Kabir R. Health effects of solid waste disposal at a dumpsite on the surrounding human settlements. *J Public Heal Dev Ctries*. 2016;2(3):268-75.
24. Латышевская НИ, Бобунова ГА. Научное обоснование схемы экологогигиенической оценки полигона твёрдых бытовых отходов. *Гигиена и санитария*. 2010;2:46-50.
8. Romanov VV, Malskiy KS, Poserenin AI, Dronov AN, Ivanov AA. Kompleks geofizicheskikh metodov issledovaniy poligonov tvordykh otkhodov gornodobyvayushchikh predpriyatiy [Set of geophysical study methods for hard mining waste landfills]. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2018;11:114-20. <https://doi.org/10.25018/0236-1493-2018-11-0-114-120>
9. Lakhout A. Mitigating landfill emissions strategies for effective waste management in Tabuk. *Cleaner Waste Systems*. 2024;9:100187. <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2024.100187>
10. Kamenetskaya DM. Ekologo-gigienicheskie problemy utilizatsii svalochного gaza [Ecological and hygienic problems of landfill gas utilization]. *Byulleten' meditsinskikh internet-konferentsiy*. 2020;10(1):18.
11. Meena MD, Dotaniya ML, Meena BL, Rai PK, Antil RS, Meena HS, et al. Municipal solid waste: Opportunities, challenges and management policies in India: A review. *Waste Management Bulletin*. 2023;1:4-18. <https://doi.org/10.1016/j.wmb.2023.04.001>
12. Sharma A, Ganguly R, Gupta AK. Life cycle assessment of municipal solid waste generated from hilly cities in India – A case study. *Heliyon*. 2023;9(11): 21575. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21575>
13. Kanenkin EI, Begunova LA, Ulanova OV. Kachestvennyye i kolichestvennyye kharakteristiki pochvy i svalochного grunta poligona tvordykh kommunal'nykh otkhodov [Qualitative and quantitative characteristics of soils and land ground of the public solid waste landfill]. *Izvestiya Samarskogo nauchного tsentra RAN*. 2022;24(5):44-50. <https://doi.org/10.37313/1990-5378-2022-24-5-44-50>
14. Malysheva AG, Kozlova NYu, Rastyannikov EG, Ermakov AA, Shokhin VA. Fiziko-khimicheskie issledovaniya dlya otsenki khimicheskoy bezopasnosti i effektivnosti primeneniya novoy sistemy oчитki svalochного gaza na poligone tvordykh bytovykh otkhodov [Physico-chemical investigations for the assessment of the chemical safety and efficacy of application of a new system of landfill gas purification at the solid domestic garbage dump]. *Gigiena i sanitariya*. 2017;96(11):1103-8. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-11-1103-1108>
15. Rumyantsev GI, Prokhorov NI, Drozdova TV. Otsenka napravlenosti priчинno-sledstvennykh svyazey mezhdru faktorami sredy obitaniya i zabolevaemost'yu naseleniya na territorii razmeshcheniya krupного poligona po zakhoroneniyu tvordykh bytovykh otkhodov [Trend assessment of causal-effective associations between the factors of inhabitation environment and population morbidity rate on the territory of placing a big range on burying solid waste materials]. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchного tsentra Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy Akademii meditsinskikh nauk*. 2005;40(2):143-7.
16. Kanhai G, Fobil JN, Nartey BA, Spadaro JV, Mudu P. Urban municipal solid waste management: Modeling air pollution scenarios and health impacts in the case of Accra, Ghana. *Waste Manag*. 2021;123:15-22. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.01.005>
17. Khan S, Anjum R, Raza ST, Ahmed Bazai N, Ihtisham M. Technologies for municipal solid waste management: Current status, challenges, and future perspectives. *Chemosphere*. 2022;288(Pt1):132403. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132403>
18. Egoshin VL, Savvina NV, Grzhibovskiy AM. Mnozhestvennaya logisticheskaya regressiya dlya binarnoy peremennoy otklika v programmnoy srede r – kratkie spetsial'nosti «meditsina» i «obshchestvennoe zdравookhranenie» [Multivariable logistic regression in r: brief guidelines for master and doctoral students in medicine and public health]. *West Kazakhstan Medical Journal*. 2019;61(2):83-90.
19. Mataloniedc F, Badaloni C, Golini MN, Bolignano A, Bucci S, Sozzi R, et al. Morbidity and mortality of people who live close to municipal waste landfills: A multisite cohort study. *Int J Epidemiol*. 2016;45(3):806-15. <https://doi.org/10.1093/ije/dyw052>
20. Singh S, Chokhandre P, Pradeep S, Salve PS, Rajak R. Open dumping site and health risks to proximate communities in Mumbai, India: A cross-sectional case-comparison study. *Clin Epidemiol Glob Health*. 2021;9:34-40. <https://doi.org/10.1016/j.cegh.2020.06.008>
21. Chowti SP, Kulkarni GN, Manjunatha MV. Impact of dumping of municipal solid waste on households near dumping yard in Karnataka. *Int J Curr Microbiol App Sci*. 2018;7(8):924-33. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.708.105>
22. Oyedele OA, Oyedele AO. Impacts of waste dumps on the health of neighbours: A case study of Olusosun waste dump, Ojota, Lagos state, Nigeria. *J Civ Constr Environ Eng*. 2017;2(1):27-33. <https://doi.org/10.11648/j.jccee.20170201.15>
23. Babs-Shomoye F, Kabir R. Health effects of solid waste disposal at a dumpsite on the surrounding human settlements. *J Public Heal Dev Ctries*. 2016;2(3):268-75.
24. Latsyshevskaya NI, Bobunova GA. Nauchnoe obosnovanie skhemy ekologo-gigienicheskoy otsenki poligona tvordykh bytovykh otkhodov [Scientific rationale for a scheme for the environmental and hygienic assessment of a solid domestic waste burial ground]. *Gigiena i sanitariya*. 2010;2:46-50.

25. Njoku PO, Edokpayi JN, Odiyo JO. Health and environmental risks of residents living close to a landfill: A case study of Thohoyandou Landfill, Limpopo province, South Africa. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(12):2125. <https://doi.org/10.3390/ijerph16122125>
26. Прокофьева НБ, Сергеев АР. Воздействие полигона твёрдых коммунальных отходов «Славное» на состояние атмосферного воздуха. *Вестник Тверского государственного университета. Серия: География и геоэкология*. 2023;41(1):56-68. <https://doi.org/10.26456/2226-7719-2023-1-56-68>
27. Борисов ДВ, Дрововозова ТИ. Экологическая оценка состояния атмосферного воздуха в районе территории полигона ТБО г. Новочеркасска. *Инженерный вестник Дона*. 2018;1:36.
28. Yu Y, Yu Z, Sun P, Lin B, Li L, Wang Z, et al. Effects of ambient air pollution from municipal solid waste landfill on children's non-specific immunity and respiratory health. *Environ Pollut*. 2018;236:382-90. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.12.094>
25. Njoku PO, Edokpayi JN, Odiyo JO. Health and environmental risks of residents living close to a landfill: A case study of Thohoyandou Landfill, Limpopo province, South Africa. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(12):2125. <https://doi.org/10.3390/ijerph16122125>
26. Prokofieva NB, Sergeev AR. Vozdeystvie poligona tvyordykh kommunal'nykh otkhodov «Slavnoe» na sostoyanie atmosfernogo vozdukha [The impact of the "Slavnoe" municipal solid waste polygon on the state of the atmospheric air]. *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya i geoekologiya*. 2023;41(1):56-68. <https://doi.org/10.26456/2226-7719-2023-1-56-68>
27. Borisov DV, Drovovozova TI. Ekologicheskaya otsenka sostoyaniya atmosfernogo vozdukha v rayone territorii poligona TBO g. Novocherkasska [Ecological assessment of atmospheric air condition near the territory of Novocherkassk solid waste landfill]. *Inzhenernyy vestnik Dona*. 2018;1:36.
28. Yu Y, Yu Z, Sun P, Lin B, Li L, Wang Z, et al. Effects of ambient air pollution from municipal solid waste landfill on children's non-specific immunity and respiratory health. *Environ Pollut*. 2018;236:382-90. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.12.094>

И СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Зубцовская Нина Александровна, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник организационно-методического отдела, Новосибирский НИИ гигиены Роспотребнадзора

Researcher ID: LTC – 6210-2024

Scopus ID: 57220086106

ORCID ID: 0000-0001-6817-200X

E-mail: zubtsovskaya_na@niig.su

Новикова Ирина Игоревна, доктор медицинских наук, профессор, директор Новосибирского НИИ гигиены Роспотребнадзора

Scopus ID: 7005153366

ORCID ID: 0000-0003-1105-471X

SPIN-код: 3773-2898

E-mail: novikova_ii@niig.su

Куликова Оксана Михайловна, кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Новосибирский НИИ гигиены Роспотребнадзора

Scopus ID: 57218615571

ORCID ID: 0000-0001-9082-9848

E-mail: ya.aaaaa11@yandex.ru

Информация об источнике поддержки в виде грантов, оборудования, лекарственных препаратов

Финансовой поддержки со стороны компаний-производителей лекарственных препаратов и медицинского оборудования авторы не получали

Конфликт интересов: отсутствуют

✉ АДРЕС ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

Зубцовская Нина Александровна

кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник организационно-методического отдела, Новосибирский НИИ гигиены Роспотребнадзора

630108, Российская Федерация, г. Новосибирск, ул. Пархоменко, 7

Тел.: +7 (923) 1738831

E-mail: zubtsovskaya_na@niig.su

И AUTHORS' INFORMATION

Zubtsovskaya Nina Aleksandrovna, Candidate of Medical Sciences, Leading Researcher of the Organizational and Methodological Department, Novosibirsk Research Institute of Hygiene of Rospotrebnadzor

Researcher ID: LTC – 6210-2024

Scopus ID: 57220086106

ORCID ID: 0000-0001-6817-200X

E-mail: zubtsovskaya_na@niig.su

Novikova Irina Igorevna, Doctor of Medical Sciences, Full Professor, Director, Novosibirsk Research Institute of Hygiene of Rospotrebnadzor

Scopus ID: 7005153366

ORCID ID: 0000-0003-1105-471X

SPIN: 3773-2898

E-mail: novikova_ii@niig.su

Kulikova Oksana Mikhaylovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, Novosibirsk Research Institute of Hygiene of Rospotrebnadzor

Scopus ID: 57218615571

ORCID ID: 0000-0001-9082-9848

E-mail: ya.aaaaa11@yandex.ru

Information about support in the form of grants, equipment, medications

The authors did not receive financial support from manufacturers of medicines and medical equipment

Conflicts of interest: The authors have no conflicts of interest

✉ ADDRESS FOR CORRESPONDENCE:

Zubtsovskaya Nina Aleksandrovna

Candidate of Medical Sciences, Leading Researcher of the Organizational and Methodological Department, Novosibirsk Research Institute of Hygiene of Rospotrebnadzor

630108, Russian Federation, Novosibirsk, Parkhomenko str., 7

Tel.: +7 (923) 1738831

E-mail: zubtsovskaya_na@niig.su

ВКЛАД АВТОРОВ

Разработка концепции и дизайна исследования: ЗНА, НИИ
Сбор материала: ЗНА, КОМ
Статистическая обработка данных: ЗНА, КОМ
Анализ полученных данных: ЗНА, КОМ
Подготовка текста: ЗНА, КОМ
Редактирование: НИИ
Общая ответственность: ЗНА, НИИ, КОМ

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conception and design: ZNA, NII
Data collection: ZNA, KOM
Statistical analysis: ZNA, KOM
Analysis and interpretation: ZNA, KOM
Writing the article: ZNA, KOM
Critical revision of the article: NII
Overall responsibility: ZNA, NII, KOM

Поступила 29.04.25
Принята в печать 28.05.26

Submitted 29.04.25
Accepted 28.05.26