

# Гигиена окружающей среды и населённых мест

© СТЁПКИН Ю.И., ГАЙДУКОВА Е.П., 2018

УДК 614.7, 614.39

Стёпкин Ю.И.<sup>1,2</sup>, Гайдукова Е.П.<sup>1,2</sup>

## ОЦЕНКА И УПРАВЛЕНИЕ РИСКОМ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С ОТХОДАМИ

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, 394036, Воронеж;<sup>2</sup>ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», 394038, Воронеж

**Введение.** Целью исследования стало изучение влияния химических веществ, поступающих в атмосферный воздух от полигонов, с оценкой риска для здоровья.

**Материал и методы.** Исследования проведены для полигона, находящегося вблизи и обслуживающего наибольшую урбанизированную территорию региона. Применена методология оценки риска в соответствии с Р.2.1.10.1920–04 «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду».

**Результаты.** В ходе исследования на основе оценочно-аналитического метода определён перечень химических веществ, поступающих в атмосферный воздух в процессе жизненного цикла и производственной деятельности полигона. Методика оценки риска, применённая в системе управления отходами, позволила рассчитать индивидуальные канцерогенные и неканцерогенные риски, индексы опасности при воздействии на критические органы и системы человека и выработать дальнейшую тактику проведения мониторинга на территориях в зоне влияния полигона.

**Обсуждение.** Составляющими риска для здоровья населения при обращении с отходами выступают факторы негативного комплексного воздействия на окружающую среду при межсредовой миграции загрязняющих веществ. Полигоны твёрдых коммунальных отходов являются источниками длительного негативного воздействия на окружающую среду за счёт поступления высокотоксичного фильтрата и биогаза, содержащего парниковые газы и токсичные вещества. В ходе оценки риска от влияния веществ, поступающих в атмосферный воздух, установлено, что индивидуальный канцерогенный риск пренебрежимо мал и не требует дополнительных мероприятий по его снижению. При оценке неканцерогенного риска отмечены средние, минимальные и максимальные значения коэффициентов опасности менее 0,1. Расчёты с учётом воздействия приоритетных загрязняющих веществ на критические органы и системы (органы дыхания, кровь) свидетельствуют, что индексы опасности находятся на менее допустимом уровне – уровне единицы.

**Заключение.** Оценка рисков позволяет оценить ситуацию на функционирующих объектах и создать прогнозную модель с выработкой наиболее эффективных мер по минимизации и предотвращению негативного влияния.

Ключевые слова: безопасность; оценка риска; окружающая среда; отходы; полигон.

**Для цитирования:** Стёпкин Ю.И., Гайдукова Е.П. Оценка и управление риском при обращении с отходами. Гигиена и санитария. 2018; 97(8): 693-698. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-8-693-698>

**Для корреспонденции:** Гайдукова Екатерина Петровна, ассист. каф. гигиенических дисциплин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России. E-mail: [Gaydukova\\_E\\_P@mail.ru](mailto:Gaydukova_E_P@mail.ru)

Stepkin Yu.I.<sup>1</sup>, Gaydukova E.P.<sup>2</sup>

### ESTIMATION AND RISK MANAGEMENT IN THE WASTE TREATMENT

<sup>1</sup>N.N. Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, 394036, Russian Federation;<sup>2</sup>Center for Hygiene and Epidemiology in the Voronezh Region, Voronezh, 394038, Russian Federation;

In modern conditions, there are unacceptable risks of harm from exposure to hazardous chemical and biological factors for public health and the environment. The complexity and scale of environmental and hygiene problems that directly or indirectly affect the state of the nation's health require active action on priority strategically important areas. One, of which is the waste management system, which can cope with the growing volumes and species diversity of waste. The components of the public health risk caused by the formation, accumulation, recycling, and disposal of wastes are the factors of the negative complex impact on the environment during inter-environment migration of pollutants. Solid municipal waste landfills are sources of long-term negative environmental impact due to the receipt of a highly toxic filtrate and biogas containing greenhouse gases and toxic substances. The aim of the study was to investigate the effect of chemicals entering the atmospheric air from polygons with an assessment of the health risks. Studies have been conducted for a landfill located near and serving the largest urbanized area in the region. The methodology of risk assessment in accordance with R.2.1.10.1920-04 "Guidelines for the assessment of risk to public health in the impact of chemicals polluting the environment" has been applied. In the course of the study, a list of chemicals entering the atmospheric air during the life cycle and production activities of the landfill was determined based on the evaluation and analytical method. The risk assessment methodology applied in the waste management system allowed calculating of individual carcinogenic and non-carcinogenic risks, as well as hazard indices when

*exposed to critical organs and systems and to develop further tactics for conducting monitoring in the areas in the zone affected by the test site.*

**Key words:** *safety; risk assessment; environment; waste; landfill.*

**For citation:** Stepkin Yu.I., Gaydukova E.P. Risk assessment and management in the waste treatment. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2018; 97(8): 693-698. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-8-693-698>

**For correspondence:** Ekaterina P. Gaydukova, MD, assistant department of hygienic disciplines of the N.N. Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, 394036, Russian Federation E-mail: [Gaydukova\\_E\\_P@mail.ru](mailto:Gaydukova_E_P@mail.ru)

**Information about authors:**

Stepkin Yu.I., <https://orcid.org/0000-0003-1255-293X>; Gaydukova E.P., <https://orcid.org/0000-0002-9342-6814>.

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

*Acknowledgment.* The study had no sponsorship.

Received: 01 March 2018

Accepted: 02 July 2018

## Введение

В современном мире с его темпами урбанизации, наращивания экономического развития и потребительской моделью рынка всё острее возникает необходимость решения проблемы загрязнения окружающей среды. Реальной угрозой для здоровья человека и его благополучия является постоянно продолжающееся загрязнение окружающей среды вредными веществами [1].

Существуют недопустимые риски причинения вреда от воздействия опасных химических и биологических факторов для здоровья населения и окружающей среды [2], что нашло отражение в системе обеспечения национальной безопасности РФ [3, 4].

Отходы превращаются в проблему, представляющую реальную угрозу экологической безопасности Российской Федерации. Они крайне отрицательно влияют на окружающую природную среду и вредно сказываются на земельных ресурсах, на состоянии недр, вод, в т. ч. подземных, лесов и иной растительности, на среде обитания животных, на воздушной среде. И, конечно же, вредят здоровью человека, угрожая его жизни.

В России экономический рост сопровождается увеличением образования отходов производства и потребления. На настоящее время в результате хозяйственной деятельности накоплены 31,6 млрд т отходов производства и потребления. По официальным данным, ежегодно в России образуется более 3,5 млрд т отходов, в том числе 35–40 млн т твёрдых коммунальных отходов [5].

Основная масса отходов (85–97%) по стране направляются в 1112 мест организованного складирования, которые занимают площадь более 14 тыс. га [6–8]. По последним данным, более 14,7 тыс. санкционированных мест размещения отходов занимают в стране территорию общей площадью порядка 4 млн га [5].

Отсутствие 100%-го охвата муниципальных образований генеральными схемами очистки территории и их несовершенство, увеличение объёмов нагрузки на места временного складирования отходов при уплотнении многоэтажной застройки, рост объёма отходов за счёт упаковочного материала, отсутствие селективного сбора и сортировки отходов от населения, несвоевременный вывоз формируют угрозу гигиенической, биологической, экологической и химической безопасности, а также свидетельствуют об отсутствии эффективной системы управления отходами в стране [9, 10]. Современные инструменты управления не применяются, что приводит к нерешённым проблемам, связанным с отходами.

Экологическая безопасность – одна из составляющих концепции гигиенической безопасности Российской Федерации, которая подразумевает обеспечение защиты жизненных интересов общества от реальной или потенциальной угрозы экологического кризиса со стороны антропогенного воздействия [3]. Объектом концепции выступает система «здоровье популяции – производство – природная среда» со всей совокупностью природных и технологических ресурсов, материальных и духовных, социальных и биологических потребностей общества [1].

Сложность и масштабность эколого-гигиенических проблем, которые прямо или косвенно оказывают воздействие на состояние здоровья нации, требуют активных действий по приоритетным стратегически значимым направлениям, одним из которых и является система управления отходами, позволяющая

справиться с растущими объёмами и видовым разнообразием отходов как потребления, так и производства [9–12].

Цель исследования – изучить влияние химических веществ твёрдых коммунальных отходов, поступающих в атмосферу от полигонов, и оценить риск для здоровья в системе управления отходами.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- определить приоритетные загрязнители из общего количества выбрасываемых полигоном в атмосферу загрязняющих веществ;
- проанализировать данные о гигиенических нормативах, безопасных уровнях воздействия (референтных дозах и концентрациях), критических органах/системах и вредных эффектах;
- оценить экспозицию и определение потенциально экспонированного населения с последующей характеристикой риска для здоровья населения от воздействия выбросов полигона.

В Федеральном законе от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» указаны основные принципы государственной политики в области обращения с отходами производства и потребления, к которым относятся охрана здоровья человека, поддержание или восстановление благоприятного состояния окружающей среды; уменьшение количества отходов за счёт комплексной переработки, использования методов экономического регулирования деятельности и новейших научно-технических достижений в целях реализации малоотходных и безотходных технологий [8].

Нерешённость внедрения эффективной политики обращения с отходами способствует увеличению неблагоприятного воздействия на окружающую среду и здоровье человека [5, 13–17].

По данным «Государственного доклада о состоянии и охране окружающей среды в Российской Федерации в 2015 году» на 1 жителя страны приходилось в 2000 г. в 2 раза меньше твёрдых бытовых отходов (ТБО) по сравнению с 2015 г. (207 и 389 кг соответственно) [18]. За последние десятилетия отмечается положительный тренд по обращению с ТБО, в 2000 г. в окружающую среду (на свалки, полигоны и в другие места) было направлено около 151,5 млн м<sup>3</sup>. Каждый последующие 5 лет показатель увеличивался в 1,2–1,3 раза. Так, в 2005 г. этот показатель составил 186,4 млн м<sup>3</sup>, в 2010 г. – 235,4 млн м<sup>3</sup>, в 2015 г. – 282,3 млн м<sup>3</sup>). При этом не только пропорционально возросло негативное воздействие на окружающую среду, но и увеличивались потери вторичных материальных ресурсов [16, 19].

Федеральный закон от 29.12.2014 г. № 458-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления», отдельные законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу отдельных законодательных актов (положений законодательных актов) Российской Федерации» внёс существенные изменения в законодательство, регулирующее сферу обращения с отходами. Законопроект призван повысить эффективность регулирования в области обращения с отходами, сформировать новые экономические инструменты для вовлечения отходов в хозяйственный оборот, создать условия для привлечения инвестиций в сферу обращения с коммунальными отходами. Вступление в силу многих положений

было отложено до 1 января 2016 г., отдельных положений – до 2017 и даже до 2019 года [20].

Особого внимания заслуживают вопросы ТБО, в соответствии с Федеральным законом от 29 декабря 2014 г. № 458-ФЗ «Твёрдых коммунальных отходов» (ТКО).

Долгосрочное планирование в области управления ТБО осуществляется в соответствии с «Концепцией обращения с твёрдыми бытовыми отходами в Российской Федерации» (МДС 13-8.2000).

Анализ стратегических рисков в Российской Федерации, представляющих угрозу безопасности государства, показал, что одно из первых мест занимают риски здоровью населения. Их разделяют на 4 группы:

1) социальные риски, связанные с уровнем и образом жизни, неблагоприятной социальной обстановкой; риски, обусловленные влиянием генетических и биологических факторов, состоянием системы здравоохранения;

2) риски воздействия различных факторов среды обитания (химических, микробиологических, физических, производственных) на здоровье населения;

3) риски, обусловленные воздействием на здоровье аварийных выбросов и сбросов опасных химических, биологических агентов и радиоактивных веществ, опасных отходов;

4) риски, связанные с опосредованным воздействием вредных факторов через экологические системы.

Вопросы минимизации этих видов рисков имеют непосредственное отношение к проблеме санитарно-эпидемиологического благополучия населения при обращении с отходами и гигиене окружающей среды.

Одной из приоритетных задач социально-экономического развития Российской Федерации остаётся работа по усилению и совершенствованию мер, направленных на профилактику и снижение распространённости экологически зависимых заболеваний инфекционной и неинфекционной природы, минимизацию риска воздействия неблагоприятных факторов среды обитания на население [21].

Составляющими риска для здоровья населения, обусловленного образованием, накоплением, вторичным использованием и размещением отходов, выступают факторы негативного комплексного воздействия на окружающую среду при межсредовой миграции загрязняющих веществ [22, 23].

Полигоны ТБО являются источниками длительного негативного воздействия на окружающую среду на протяжении сотен и тысяч лет. Основным фактором этого воздействия является поступление в окружающую среду высокотоксичного фильтрата и биогаза, содержащего парниковые газы и токсичные вещества [24–26].

Процессы биологического разложения отходов в условиях полигонов вызывают образование свалочного биогаза, содержащего 40–75% метана, 30–45% диоксида углерода, 5–15% азота, до 2% кислорода, 4–6% сероводорода. При горении свалок в атмосфере выделяются оксиды азота, серы, хлористый водород и другие токсичные соединения. Всего в свалочном газе идентифицируется более 100 химических соединений [27–29].

## Материал и методы

Гигиенические исследования по оценке риска от загрязнения атмосферного воздуха проведены для полигона ТКО ГО г. Воронеж. Полигон ТКО располагается на предварительно выделённом земельном участке оработанных отвалов рудника «Средний» в Семилукском районе площадью 61,5 га на расстоянии 7 км от г. Воронежа. Полигон предназначен для приёма и захоронения ТКО, а также отходов IV–V классов опасности предприятий и организаций ГО г. Воронежа близких по составу к ТКО, не обладающих токсичными и радиоактивными свойствами. Годовое количество отходов, подлежащих захоронению на полигоне, составляет 0,5675 млн м<sup>3</sup> или 96 475 т. Расчётный срок эксплуатации полигона – 72 года.

В работе применена методология оценки риска в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» Р.2.1.10.1920–04, утверждённым Главным государ-

ственным санитарным врачом Российской Федерации 5 марта 2004 г. [30].

Использование процедуры оценки риска способствует выявлению приоритетных загрязнителей, которые представляют наибольшую опасность для здоровья населения [31], что позволит в дальнейшем разработать планы действия по минимизации их негативного влияния на здоровье.

Расчёты средних концентраций были проведены с использованием УПРЗА «Эколог» (реализует «Методические указания по расчёту осреднённых за длительный период концентраций выбрасываемых в атмосферу вредных веществ», Санкт-Петербург, ГГО им А.И. Воейкова, 2005) и дополнительного расчётного блока «Средние».

Среднегодовые концентрации были рассчитаны на территории 2000 м, попадающих в зону влияния полигона, садовых участков: СНТ «Изыскатель», СНТ «Отдых». Жилая застройка с. Старое в зону влияния площадки полигона не попадает.

## Результаты

На этапе идентификации опасности для здоровья определены основные источники загрязнения атмосферного воздуха на территории полигона:

Площадки карт с захороненными отходами, с территории которых будут выделяться в атмосферный воздух: азота диоксид, аммиак, дигидросульфид (сероводород), диметилбензол (ксилон), метан, метилбензол (толуол), серы диоксид, углерода оксид, формальдегид, этилбензол.

Открытая стоянка для специальной техники, при работе которой в атмосферу будут поступать: азота диоксид, азота оксид, серы диоксид, углерода оксид, углерод чёрный (сажа), углеводороды, в том числе керосин.

Открытая стоянка для легковых автомобилей, при въезде, выезде и прогреве двигателей которых будут выделяться азота диоксид, азота оксид, серы диоксид, углерода оксид, углеводороды, в т. ч. бензин нефтяной.

Открытая стоянка для грузовых автомобилей, при въезде – выезде и прогреве двигателей которых будут выделяться азота диоксид, азота оксид, серы диоксид, углерода оксид, углерод чёрный (сажа), углеводороды, в т. ч. керосин.

Приезжающий на территорию полигона грузовой автотранспорт с отходами и изолирующим грунтом, при движении которого в атмосферу выбрасываются: азота диоксид, азота оксид, серы диоксид, углерода оксид, углерод чёрный (сажа), углеводороды, в т. ч. керосин.

Разгрузка грунта, предназначенного для изоляции уплотнённых слоёв отходов, при осуществлении которой выделяется пыль неорганическая с содержанием двуокиси кремния от 20 до 70%.

Перемещение по территории полигона отходов и грунта при помощи бульдозеров, при работе которых в атмосферу выбрасываются: азота диоксид, азота оксид, серы диоксид, углерода оксид, углерод чёрный (сажа), углеводороды, в т. ч. керосин.

Уплотнение отходов катком-компактёр, при работе которого в воздух выделяются: азота диоксид, азота оксид, серы диоксид, углерода оксид, углерод чёрный (сажа), углеводороды, в т. ч. керосин.

Пыление грунта при его перемещении по территории полигона с выделением пыли неорганической с содержанием двуокиси кремния от 20 до 70%.

Заправка дорожной техники (бульдозеры, экскаватор и катки-компактёры), работающей на полигоне на дизельном топливе на специальной площадке, при которой в атмосферный воздух поступают дигидросульфид (сероводород) и углеводороды предельные C<sub>12</sub>–C<sub>19</sub>.

Выброс загрязняющих веществ от всех источников неорганизованный.

В результате производственной деятельности полигона ТКО в атмосферный воздух поступает 16 загрязняющих веществ общим объёмом выбросов 460 094 700 т/год от 11 неорганизованных источников загрязнения атмосферы. Канцерогенным действием обладают 3 химических загрязняющих атмосферный воздух вещества: сажа, формальдегид, этилбензол.

Таблица 1

**Гигиеническая характеристика химических веществ, выбранных для дальнейшего исследования**

Вещество	CAS	Код	ПДК <sub>мр</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ПДК <sub>СС</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ОБУВ, мг/м <sup>3</sup>	RF <sub>С</sub> , мг/м <sup>3</sup>
Азот (IV) оксид (азот диоксид)	10102-44-0	0301	0,2	0,04	–	0,02
Аммиак	7664-41-7	0303	0,2	0,04	–	0,1-
Керосин	8008-20-6	2732	–	–	1,2	0,01
Углерод черный (сажа)	1333-86-4	0328	0,15	0,05	–	0,05
Сера (IV) оксид (сера диоксид)	7446-09-5	0330	0,5	0,05	–	0,05
Дигидросульфид (сероводород)	7783-06-4	0333	0,008	–	–	–
Углерод оксид	630-08-0	0337	5,0	3,0	–	3,0
Метан	74-82-8	0410	–	–	50	–
Формальдегид	50-00-0	1325	0,035	0,003	–	0,003
Пыль неорганическая: 70–20% SiO <sub>2</sub>	–	2908	0,3	0,1	–	0,1
Этилбензол	100-41-4	0627	0,02	–	–	1,0

Анализ качественного состава выбросов загрязняющих веществ с территории полигона показал, что веществ, относящихся к первому классу опасности, в выбросе объекта не обнаружено. Ко второму классу опасности относятся 2 вещества: дигидросульфид (сероводород) и формальдегид, с долей в суммарном выбросе объекта 0,21%. Удельный вес веществ третьего класса опасности в суммарном выбросе полигона составляет 6,69%. К этому классу опасности относятся 8 веществ, в том числе: азот (IV) оксид (азота диоксид), азот (II) оксид (азота оксид), диметилбензол (ксилол), метилбензол (толуол), пыль неорганическая 70–20% SiO<sub>2</sub>, сера диоксид, углерод чёрный (сажа) и этилбензол. К четвёртому классу опасности относятся 4 вещества: аммиак, алканы C<sub>12</sub>–C<sub>19</sub> (углеводороды предельные C<sub>12</sub>–C<sub>19</sub>), бензин нефтяной и углерод оксид, их доля в суммарном выбросе предприятия составляет 2,39%. Для двух веществ – керосин и метан, удельный вес которых в суммарном выбросе предприятия составляет 90,71%, – класс опасности в настоящее время не определён, их нормирование проводится по ОБУВ.

Таблица 2

**Ранжирование неканцерогенных рисков, связанных с загрязнением атмосферного воздуха**

Вещество	CAS	HQ средний	Ранг
Азота (IV) оксид (азота диоксид)	10102-44-0	0,0085	1
Аммиак	1305-78-8	0,00076	6
Углерод чёрный (сажа)	1333-86-4	0,0005	8
Серы диоксид	7446-09-5	0,00055	7
Дигидросульфид (сероводород)	7783-06-4	0,0018	5
Углерод оксид	630-08-0	0,00006	10
Метан	74-82-8	0,00015	9
Формальдегид	50-00-0	0,0046	3
Керосин	8008-20-6	0,004	4
Пыль неорганическая: 70–20% SiO <sub>2</sub>	--	0,0047	2

На этапе оценки зависимости «доза – ответ» проведён анализ имеющихся данных о гигиенических нормативах, безопасных уровнях воздействия (референтных дозах и концентрациях), критических органах/системах и вредных эффектах (табл. 1).

Путь поступления загрязняющих веществ – ингаляционный, время воздействия – 24 ч/сутки. Для определения вклада в формирование уровня загрязнения атмосферы использовался метод математического моделирования рассеивания атмосферных загрязнителей. Рассчитаны средние концентрации на территории садовых участков, попадающих в зону влияния полигона и расположенных на северо-западе на расстоянии 1120 м (СНТ «Изыскатель»), на юго-востоке – на расстоянии 1320 м (СНТ «Отдых»). Зона влияния полигона по расчётным данным составляет 2000 м.

Расчёты канцерогенного риска проводились с учётом среднесуточной дозы (LADD) и фактора наклона загрязняющего вещества (SF) по формуле:

$$CR = LADD \cdot SF.$$

Рассчитанный индивидуальный канцерогенный риск в контрольных точках в зоне влияния полигона (на территории садовых участков) менее  $1 \cdot 10^{-6}$ , в том числе от воздействия сажи соответствуют значениям от  $5,4 \cdot 10^{-8}$  до  $1,7 \cdot 10^{-7}$ ; от воздействия формальдегида – от  $9,9 \cdot 10^{-8}$  до  $2,1 \cdot 10^{-7}$ ; этилбензола – от  $8,2 \cdot 10^{-9}$  до  $1,7 \cdot 10^{-8}$ . В соответствии с критериями приемлемости риска данные индивидуальные риски в течение всей жизни составляют от воздействия сажи до 1,7, от воздействия формальдегида – до 2,1 дополнительных случаев онкологического заболевания или смерти от рака на 10 млн экспонированного населения; от воздействия этилбензола – до 1,7 дополнительных случаев на 100 млн человек, что характеризуется как пренебрежимо малые риски. Расчёты популяционного канцерогенного риска (PCRM) не проводились в связи с отсутствием постоянно проживающего на территории населения.

Оценка риска неканцерогенных эффектов проводилась на основе расчёта коэффициентов опасности. На этапе идентификации опасности в перечень приоритетных веществ для расчёта неканцерогенного риска вошли 10 загрязнителей: азот (IV) оксид (азот диоксид), аммиак, дигидросульфид (сероводород), керосина метан, пыль неорганическая: 70–20% SiO<sub>2</sub>, серы диоксид, углерода оксид, углерод чёрный (сажа), формальдегид.

Проведены расчёты неканцерогенного риска; определены средние, максимальные, минимальные значения коэффициентов опасности на территории воздействия.

Ранжирование веществ по величине средних значений коэффициентов опасности загрязняющих веществ показало, что первое ранговое место занимает азота диоксид, величина неканцерогенного риска от воздействия которого соответствует 0,008, на втором ранговом месте находится пыль неорганическая: 70–20% SiO<sub>2</sub> (HQ средний = 0,0047), на третьем месте – формальдегид (HQ средний = 0,0046). Средние значения коэффициентов опасности всех веществ находятся ниже допустимого уровня – единицы и менее 0,1, что можно характеризовать как минимальный риск.

Результаты ранжирования неканцерогенных рисков представлены в табл. 2.

Анализ максимальных значений рассчитанных коэффициентов опасности (HQ max) свидетельствует, что для всех загрязняющих веществ они составляют менее 0,1, что ниже допустимого уровня – единицы и менее 0,1 и соответствует незначительному уровню риска.

Анализируемые вещества оказывают воздействие на органы дыхания, кровь, печень. Расчёты суммарных индексов опасности по их влиянию на критические органы и системы представлены в табл. 3.

Таблица 3 Литература

## Суммарные индексы опасности при одновременном поступлении химических веществ по их влиянию на критические органы и системы человека

Территории	Органы и системы	Вещество	Существующее положение	
			HI min	HI max
Садовые участки СНТ «Изыскатель», СНТ «Отдых»	Органы дыхания	Азот диоксида	0,01	0,03
		Аммиак	0,01	0,03
		Пыль неорганическая: 70–20% SiO <sub>2</sub>	0,01	0,03
		Углерод чёрный (сажа)	0,01	0,03
		Сера оксид	0,01	0,03
		Дигидросульфид (сероводород)	0,01	0,03
	Формальдегид	0,01	0,03	
Кровь	Азот диоксид	0,004	0,01	
	Углерода оксид	0,004	0,01	

Как показали проведённые расчёты, индексы опасности при комбинированном поступлении загрязняющих атмосферный воздух веществ по их влиянию на критические органы и системы человека не превышают допустимое значение 1 и менее 0,1, что соответствует минимальному уровню риска.

## Обсуждение

Совершенствование законодательного и правового регулирования вопросов обращения с отходами дало положительный толчок сфере управления отходами, определив основные направления перспективного развития и ключевые моменты совершенствования системы.

Оценка риска от влияния веществ, поступающих в атмосферный воздух, при функционировании полигона ТКО свидетельствует о том, что индивидуальный канцерогенный риск в контрольных точках характеризуется как пренебрежимо малый риск, не отличающийся от обычных повседневных рисков, и не требует дополнительных мероприятий по его снижению. Данные уровни риска подлежат только периодическому контролю.

При оценке неканцерогенного риска отмечены средние, минимальные и максимальные значения коэффициентов опасности менее 0,1.

Расчёты с учётом воздействия приоритетных загрязняющих веществ на критические органы и системы (органы дыхания, кровь) свидетельствуют, что индексы опасности находятся на менее допустимом уровне – уровне единицы.

В дальнейшем риски периодически необходимо контролировать, т. к. по мере жизненного цикла полигона в атмосферный воздух могут поступать различные газообразные соединения. Количественный и качественный состав выбросов во многом зависит от состава отходов.

## Заключение

Проблема обращения с отходами носит многоплановый характер и требует реализации как единой государственной политики управления отходами, ориентированной прежде всего на сокращение, повторное использование и применение в качестве вторичных ресурсов, так и на обеспечение гигиенической безопасности на всех этапах обращения с отходами. Оценка рисков позволяет оценить ситуацию на функционирующих объектах и создать прогностическую модель с выработкой наиболее эффективных мер по минимизации и предотвращению негативного влияния.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.  
**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

1. Потапов А.И., Винокур И.Л., Гильденскиольд Р.С. Здоровье населения и проблемы гигиенической безопасности. М.: ИНФРА-М, 2006: 247-270

2. Основы государственной политики в области обеспечения химической и биологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу (утв. Президентом РФ 1 ноября 2013 г. № Пр-2573). URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70423098/#ixzz56RiqpRa8> (Дата обращения: 14.12.2017)

3. Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года. URL: <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/detail.php?ID=142854> (Дата обращения: 10.12.2017)

4. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года (утв. Указом Президента РФ 12 мая 2009 г. №537). URL: <http://www.scrf.gov.ru/documents/99.html> (Дата обращения 16.12.2017)

5. Попова А.Ю. Стратегические приоритеты Российской Федерации в области экологии с позиции сохранения здоровья нации. *Здоровье населения и среда обитания*. 2014; 2 (251): 4-7.

6. Русаков Н.В. Современные проблемы обращения с отходами. *Здравоохранение Российской Федерации*, 2008; 1: 15-7

7. Русаков Н.В., Крятов И.А., Короткова Г.И., Гумарова Ж.Ж., Стародубов А.Г., Карцева Н.Ю., Гончарук О.А. Актуальные проблемы обращения с отходами производства и потребления. *Вестник Российской академии медицинских наук*, 2006; 5: 21-6.

8. Федеральный закон от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления»

9. Рахманин Ю.А., Русаков Н.В., Самутин Н.М. Отходы - как интегральный эколого-гигиенический критерий комплексного воздействия на окружающую среду и здоровье населения. *Гигиена и санитария*, 2015; 94 (6): 5-10

10. Русаков Н.В., Короткова Г.И., Орлов А.Ю. Эколого-гигиенические критерии обращения с отходами. *Методы оценки соответствия*. 2009 (11): 29-30

11. Указ Президента РФ О национальных целях и стратегических задачах развития РФ на период до 2024 года. URL: <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201805070038.pdf> (Дата обращения: 11.05.2018)

12. Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года. Режим доступа. URL: <http://static.government.ru/media/files/y8PMkQGZLfy7jhn6QMruaKoferAowzJ.pdf> (Дата обращения: 20.04.2018)

13. Государственная программа РФ «Охрана окружающей среды» на 2012-2020гг. Режим доступа. URL: <http://static.government.ru/media/files/bm4hTSiRMz9APcEVpCf7z93QaWb284An.pdf> (Дата обращения: 25.04.2018)

14. Паспорт Федеральной целевой программы «Ликвидация накопленного экологического ущерба» на 2014 – 2025 годы. Режим доступа. URL: <http://biotech2030.ru/wp-content/uploads/2015/03/ФЦП-Ликвидация-накопленного-экологического-ущерба-на-2014-2025.pdf> (Дата обращения: 07.05.2018)

15. UN HABITAT 2010 Solid Waste Management in the World's Cities. – Available at: [https://www.sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/UN%20HABITAT%202010%20Solid%20Waste%20Management%20in%20the%20Worlds%20Cities.pdf](https://www.sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/UN%20HABITAT%202010%20Solid%20Waste%20Management%20in%20the%20Worlds%20Cities.pdf)

16. Mahdi Ikhlayel Indicators for establishing and assessing waste management systems in developing countries: A holistic approach to sustainability and business opportunities. *Business Strategy & Development*, 2018; Available at: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/bsd2.7>

17. UNEP: Year Book – Emerging issues in our global environment, 2013. Available at: [http://staging.unep.org/pdf/uyb\\_2013\\_new.pdf](http://staging.unep.org/pdf/uyb_2013_new.pdf)

18. Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды

- в Российской Федерации в 2015 году. – URL: <http://www.mnr.gov.ru/gosdoklad-eco-2015/waste.html> (Дата обращения: 23.12.2017)
20. Обращение с отходами: новая терминология и новые концепции «Справочник эколога». №2. 2015. URL: [https://www.profiz.ru/eco/2\\_2015/458-FZ](https://www.profiz.ru/eco/2_2015/458-FZ). (Дата обращения: 12.12.2017)
  21. Стратегия развития медицинской науки в Российской Федерации до 2025 г., утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 декабря 2012 г. № 2580-р. – URL: <https://www.rosminzdrav.ru/documents/5413-rasporyazhenie-pravitelstva-rossiyskoy-federatsii-ot-28-dekabrya-2012-g-n-2580-r>. (Дата обращения: 01.02.2018)
  22. Онищенко Г.Г. Актуальные проблемы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия Российской Федерации. *Здравоохранение Российской Федерации*, 2009; 2: 7-12.
  23. Онищенко Г.Г., Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В., Шур П.З. Анализ риска здоровью в задачах совершенствования санитарно-эпидемиологического надзора в Российской Федерации. *Анализ риска здоровью*, 2014; 2: 4-13.
  24. Онищенко Г.Г. Санитарно-эпидемиологические проблемы обращения с отходами производства и потребления в Российской Федерации. *Гигиена и санитария*, 2009; 3: 8-15.
  25. Латышевская Н.И., Бобунова Г.А. Оценка воздействия полигона твердых бытовых отходов на загрязнение атмосферы. Материалы всероссийской научной конференции с международным участием «Социально-медицинские аспекты экологического состояния Центрального экономического района России», Тверь, 2007: 375-376.
  27. Гумарова Ж.Ж., Русаков Н.В. О санитарно-эпидемиологической опасности твердых бытовых отходов. *Гигиена и санитария*, 2006; 1: 64-65.
  30. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920 – 04). М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004: 143.
  31. Агентство по регистрации токсических соединений и заболеваний (Priority List of Hazardous Substances. ATSDR, 2015), [электронный ресурс] - [www.atsdr.cdc.gov](http://www.atsdr.cdc.gov).
- for the period until 2024. Available at: <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201805070038.pdf>. (in Russian)
12. Strategy of development of the industry for processing, utilization and neutralization of production and consumption wastes for the period up to 2030. Available at: <http://static.government.ru/media/files/y8PMkQGZLfbY7jhn6QMruaKoferAowzJ.pdf>. (in Russian)
  13. The State Program of the Russian Federation “Environmental Protection” for 2012-2020. Available at: <http://static.government.ru/media/files/bm4hTSiRMz9APcEVpCf7z93QaWb284An.pdf>. (in Russian)
  14. Passport of the Federal Target Program «Elimination of accumulated environmental damage» for 2014-2025. Available at: <http://biotech2030.ru/wp-content/uploads/2015/03/The FTP -Liquidation-an accumulated -ecological-damage-on-2014-2025.pdf>. (in Russian)
  15. UN HABITAT 2010 Solid Waste Management in the World's Cities. – Available at: [https://www.sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/UN%20HABITAT%202010%20Solid%20Waste%20Management%20in%20the%20Worlds%20Cities.pdf](https://www.sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/UN%20HABITAT%202010%20Solid%20Waste%20Management%20in%20the%20Worlds%20Cities.pdf)
  16. Mahdi Ikhlayel Indicators for establishing and assessing waste management systems in developing countries: A holistic approach to sustainability and business opportunities. *Business Strategy & Development*, 2018; Available at: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/bsd.27>
  17. UNEP: Year Book – Emerging issues in our global environment, 2013. Available at: [http://staging.unep.org/pdf/uyb\\_2013\\_new.pdf](http://staging.unep.org/pdf/uyb_2013_new.pdf)
  18. State report on the state and protection of the environment in the Russian Federation in 2015. Available at: <http://www.mnr.gov.ru/gosdoklad-eco-2015/waste.html>. (in Russian)
  19. Z. Yang, X. Zhou, L. Xu. Eco-efficiency optimization for municipal solid waste management. *J. Clean. Prod.*, 104; 2015: 242-249
  20. Waste management: new terminology and new concepts. «Справочник эколога». №2. 2015. Available at: [https://www.profiz.ru/eco/2\\_2015/458-FZ/](https://www.profiz.ru/eco/2_2015/458-FZ/) (in Russian)
  21. The strategy of the development of medical science in the Russian Federation until 2025, approved. Decree of the Government of the Russian Federation of December 28, 2012 No. 2580-р. Available at: <https://www.rosminzdrav.ru/documents/5413-rasporyazhenie-pravitelstva-rossiyskoy-federatsii-ot-28-dekabrya-2012-g-n-2580-r>. (in Russian)
  22. Onishchenko G.G Actual problems of ensuring the sanitary-epidemiological well-being of the Russian Federation. *Zdravoohranenie Ros. Federatsii*, 2009; 2: 7-12. (in Russian)
  23. Onishchenko G.G., Popova A.YU., Zajceva N.V., Maj I.V., SHUR P.Z. Analysis of the health risk in the tasks of improving sanitary and epidemiological surveillance in the Russian Federation. *Анализ риска здоровью*, 2014; 2: 4-13. (in Russian)
  24. Onishchenko G.G. Sanitary-epidemiological problems of handling wastes of production and consumption in the Russian Federation. *Гигиена и санитария*, 2009; 3: 8-15. (in Russian)
  25. Latshevskaya N.I., Bobunova G.A. Assessment of the impact of the solid domestic waste landfill on atmospheric pollution Proceedings of the all-Russian scientific conference with international participation “Socio-medical aspects of the ecological state of the Central Economic Region of Russia”. Tver’, 2007: 375-376. (in Russian)
  26. Ying-Chu Chen Evaluating greenhouse gas emissions and energy recovery from municipal and industrial solid waste using waste-to-energy technology. *Journal of Cleaner Production*, 192; 2018: 262-269.
  27. Gumarova Zh.Zh., Rusakov N.V. On the sanitary and epidemiological hazard of solid domestic wastes. *Гигиена и санитария*. 2006; 1: 64-65. (in Russian)
  28. Saet Yu.E., Revich B.A., Yanin E.P. i dr. Geochemistry of the environment. Moscow; 1990: 335. (in Russian)
  29. H. Tian et al. Atmospheric pollution problems and control proposals associated with solid waste management in China: a review. *J. Hazard. Mater.*, 252–253; 2013: 142-154
  30. Guidance on the assessment of public health risks from exposure to chemicals that pollute the environment (P 2.1.10.1920 - 04). Moscow: Federal Center for State Sanitary Epidemiological Supervision of the Ministry of Health of Russia, 2004: 143. (in Russian)
  31. The Agency for Registration of Toxic Substances and Diseases (Priority List of Hazardous Substances, ATSDR, 2015), [electronic resource] - [www.atsdr.cdc.gov](http://www.atsdr.cdc.gov).