
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Научная статья

УДК 504.03; DOI: 10.61260/1998-8990-2026-2-176-185

ИЗУЧЕНИЕ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВОЗГОРАНИЯ НА ПОЛИГОНАХ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

✉ Поплевин Александр Сергеевич;

Азаров Валерий Николаевич.

Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Россия.

Манжилевская Светлана Евгеньевна.

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

✉ sanya_poplevin@mail.ru

Аннотация. Пожары на объектах хранения и захоронения отходов в нашей стране являются актуальной экологической проблемой. Причинами возгораний на полигонах для размещения отходов могут являться самовозгорание отходов глубокого залегания, перегрев оборудования, механические повреждения, возгорание открытого огня, поджог, несоблюдение требований при изоляции отходов и другие причины. Пожары на полигонах отходов являются опасными чрезвычайными ситуациями техногенного характера, которые, безусловно, наносят ущерб атмосферному воздуху как компоненту окружающей среды, поскольку возгорания отходов, как правило, сопровождаются выделением токсичных веществ: диоксинов и фуранов. В рамках настоящей работы проанализировано воздействие пожаров на объектах захоронения твердых коммунальных отходов на атмосферный воздух на примере возгорания на полигоне твердых коммунальных отходов в Волгоградской обл., произошедшем в 2025 г., произведен расчет экологического вреда (ущерба) атмосферному воздуху в соответствии с действующими методиками, а также сформированы предложения для актуализации и совершенствования методики расчета вреда атмосферному воздуху в результате возгорания на полигоне твердых коммунальных отходов.

Ключевые слова: отходы производства и потребления, экологический вред, мероприятия по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, экологический ущерб, пожар, возгорание отходов

Для цитирования: Поплевин А.С., Азаров В.Н., Манжилевская С.Е. Изучение негативного воздействия на атмосферный воздух в результате возгорания на полигонах твердых коммунальных отходов // Проблемы управления рисками в техносфере. 2026. № 2 (78). С. 176–185. DOI: 10.61260/1998-8990-2026-2-176-185

Scientific article

**STUDY OF THE NEGATIVE IMPACT ON THE ATMOSPHERIC AIR
AS A RESULT OF FIRES AT SOLID MUNICIPAL WASTE LANDFILLS**✉ **Poplevin Alexander S.;****Azarov Valery N.****Volgograd state technical university, Volgograd, Russia.****Manzhilevskaya Svetlana E.****Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia**✉ **sanya_poplevin@mail.ru**

Abstract. Fires at waste storage and disposal facilities in our country are a pressing environmental issue. Fires at waste disposal sites can be caused by spontaneous combustion of deep-seated waste, overheating of equipment, mechanical damage, open flames, arson, failure to comply with waste containment requirements, and other factors. Landfill fires are hazardous man-made emergencies that undoubtedly damage atmospheric air, a component of the environment, as waste fires typically release toxic substances such as dioxins and furans. This study analyzes the impact of fires at municipal solid waste landfills on the atmosphere using the example of a fire at a municipal solid waste landfill in the Volgograd Region in 2025. It also calculates the environmental damage to the atmosphere using current methodologies. Proposals are provided for updating and improving the methodology for calculating the damage to the atmosphere as a result of municipal solid waste landfill fires.

Keywords: industrial and consumer waste, environmental damage, measures to reduce air pollutant emissions, environmental damage, fire, waste ignition

For citation: Poplevin A.S., Azarov V.N., Manzhilevskaya S.E. Study of the negative impact on the atmospheric air as a result of fires at solid municipal waste landfills // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere = Problems of risk management in the technosphere. 2026. № 2 (78). P. 176–185. DOI: 10.61260/1998-8990-2026-2-176-185

Введение

Специализированные объекты хранения и захоронения твердых коммунальных отходов (ТКО) представляют собой земельные участки, на которых осуществляется захоронение преимущественно ТКО, образующихся в результате жизнедеятельности человека. На объектах размещения отходов (ОРО) происходят многочисленные биологические и физико-химические процессы разложения, сопровождающиеся выделением загрязняющих веществ в атмосферу (преимущественно биогаз) и фильтрата. Выделение фильтрата на полигонах способствует загрязнению природных подземных и поверхностных вод, влечет химическое загрязнение почв [1].

Специализированные объекты хранения и захоронения ТКО представляют собой опасные антропогенные (техногенные) объекты повышенного экологического риска. Данный риск выражается в первую очередь в значительной пожароопасности, поскольку на ОРО сконцентрировано внушительное количество легковоспламеняющихся отходов (изделия из бумаги и картона, полиэтилентерефталата (ПЭТ), полимерные отходы). При воспламенении указанных компонентов ТКО происходит выделение загрязняющих веществ, оказывающих негативное воздействие на состояние воздушной среды и здоровье человека. Как правило, на ОРО, специализирующихся на захоронении ТКО, размещены преимущественно несортированные пищевые отходы из жилищ, отходы упаковки из бумаги и картона, полимерная упаковка, отходы изделий из стекла и текстиля, утратившие потребительские свойства [2].

Пожары на полигонах ТКО зачастую характеризуются сложностью локализации и устранения последствий возгорания, поскольку очаг возгорания расположен не на поверхности рабочей карты ОРО, на которой размещены свеживыгруженные отходы,

а в толще свалочных масс. В теле полигона может содержаться значительное количество кислорода), что обуславливает высокие темпы окисления органических и неорганических компонентов ТКО. В результате указанных процессов температура изолированного слоя отходов может достигать 70 °С [3].

Значительная часть объектов захоронения ТКО не оборудована современными системами сбора и утилизации биогаза, образующегося при биохимическом разложении ТКО, так как более 70 % объектов захоронения отходов в Российской Федерации введены в эксплуатацию в 1991–1997 гг. При этом ранее указанные объекты представляли собой несанкционированные городские свалки, бесконтрольно используемые для нужд населения и промышленных предприятий. Поскольку метан, входящий в состав биогаза, является легковоспламеняющимся веществом, отсутствие организованной системы сбора биогаза создает существенные трудности при локализации возгорания на объектах захоронения ТКО [4].

На данный момент существует множество способов предупреждения возгорания отходов на полигонах. К таким способам относятся: гидратация тела полигона, формирование системы отвода биогаза, изоляция отходов инертным грунтом. Вместе с тем единая стратегия и алгоритм действий, позволяющих сократить риск возгораний на ОРО, в настоящее время отсутствует, в связи с чем особую значимость приобретает процесс оценки экологического ущерба атмосферному воздуху от таких возгораний.

Методы исследования

На территории объектов захоронения ТКО основными причинами, способствующими возникновению пожаров, являются: несоблюдение требований безопасности при захоронении отходов; эксплуатация ОРО с отступлением от проектной документации на полигон, отсутствие организованной системы сбора биогаза, отсутствие противопожарного участка на территории полигона и др. [5].

Количественным показателем негативного воздействия пожаров на объектах захоронения ТКО является суммарный показатель экологического ущерба, рассчитанный в соответствии с установленными таксами и методиками [6].

Качественным показателем отрицательного влияния пожаров на ОРО является вред здоровью населения, проживающего вблизи объекта, на котором произошло возгорание [7].

Для предотвращения экологического ущерба атмосферному воздуху и здоровью человека большинство европейских стран в настоящее время отказываются от захоронения отходов как конечного этапа обращения с ТКО, отдавая приоритет утилизации (вторичному использованию) и обезвреживанию (изменение физико-химических свойств отходов) ТКО. Подобный подход минимизирует риски возгорания отходов на полигонах.

Важную роль играет деятельность контролирующих органов в сфере соблюдения противопожарных мер безопасности на полигонах и руководство полигона в области обеспечения объектов захоронения отходов современными системами сбора и утилизации свалочного газа, организации профилактических мероприятий по отдельному сбору легковоспламеняющихся отходов. Формирование экологической компетентности граждан также способствует снижению риска возгорания на полигонах [8–9].

Морфологический (компонентный) состав ТКО за последние годы претерпел значительные изменения [10].

Изменение состава ТКО за последние десятилетия связано с тем, что ранее образование отходов было высоким из-за численности населения, а основным компонентом отходов являлась разлагаемая органика [11, 12].

В настоящее время наблюдается тенденция увеличения отходов полимерных изделий, входящих в состав более 80 % товаров и упаковки [13].

Поскольку именно полимерный компонент отходов при возгорании способствует поступлению в атмосферу наиболее токсичных для здоровья человека загрязняющих

веществ, прогнозирование и предотвращение пожаров на полигонах позволяет обеспечить санитарно-эпидемиологическое благополучие населения и экологическую безопасность региона [14].

Во избежание случаев возгорания на объектах захоронения отходов при проектировании полигона необходимо осуществить моделирование строительного процесса с целью анализа специфики района застройки и исходных данных компонентов окружающей среды (направление ветра, тип почвы и др.). Указанные сведения необходимо включить в организационный раздел проектной документации объекта размещения отходов [15–16].

В качестве примера расчета суммарного экологического ущерба атмосферному воздуху приведем расчет для пожара на полигоне захоронения отходов Волгоградской обл., произошедшего в июне 2025 г.

Так, 07.06.2025 г. в 3 ч 30 мин произошло возгорание отходов производства и потребления на площади 100 м². На месте возгорания находились вновь привезенные отходы в неуплотненном состоянии, их объем составлял 100 м³.

Методика определения ущерба атмосферному воздуху утверждена 28 января 2021 г. приказом Минприроды России № 59 «Методики исчисления размера вреда, причиненного атмосферному воздуху как компоненту природной среды» (Методика № 59) и зарегистрирована Минюстом России 5 февраля 2021 г. (рег. № 62400).

Однако указанной Методикой не предусмотрен расчет массы загрязняющих веществ, выбрасываемых при горении отходов на полигонах.

Вместе с тем непроведение работы по исчислению размера вреда атмосферному воздуху вследствие возгорания отходов на специализированных полигонах может привести к необоснованному уклонению от предусмотренной гражданско-правовой ответственности лиц, чьи действия (бездействие) привели к возгоранию на полигоне.

Приведем пример расчета экологического ущерба атмосферному воздуху, как компоненту окружающей среды, в результате возгорания на полигоне ТКО в Волгоградской обл. в июне 2024 г. в соответствии с требованиями, установленными Методикой № 59.

При этом массу выбрасываемых загрязняющих веществ полагаем целесообразным рассчитать согласно Методике, разработанной Государственным научно-исследовательским институтом промышленной экологии (ФГБУ «ГосНИИЭНП») (Методика ГосНИИЭНП).

Исчисление размера вреда, причиненного атмосферному воздуху, как компоненту природной среды, осуществляется по формуле:

$$В_{онм\mu} = \sum_{i=1}^n (H_i * M_i * K_{ин} * K_{охр}),$$

где $V_{онм\mu}$ – размер экологического ущерба при возгорании отходов на полигоне при отсутствии неблагоприятных метеорологических условий (руб.); H_i – фиксированная такса, определяющая выброс в атмосферу конкретного загрязняющего вещества (руб. за тонну); $K_{охр}$ – коэффициент, учитывающий возможность расположения ОРО на территории, находящейся под особой охраной; полигон для захоронения ТКО, на котором произошло возгорание в 2025 г., расположен в степной промышленной зоне Волгоградской обл., в связи с чем, указанный коэффициент принимается равным 1; $K_{ин}$ – показатель, учитывающий инфляционную составляющую на территории Российской Федерации (согласно данным, размещенным на сайте Росстата в разделе Индексы потребительских цен на товары и услуги по Российской Федерации, указанный коэффициент за период с января 2021 по июнь 2025 г. после расчета и округления составляет 1,35); i – наименование конкретного загрязняющего вещества; n – общее количество загрязняющих веществ; M_i – масса выброса вредных (загрязняющих) веществ.

Объем сгоревших отходов в неуплотненном состоянии составил порядка 100 м³.

В этой связи применяется Методика, разработанная ФГБУ «ГосНИИЭНП».

В п. 2 Методики ГосНИИЭНП указана объемная плотность для неуплотненных отходов – 0,25 т/м³.

Согласно п. 3 Методики ГосНИИЭНП определение количественного показателя выброса загрязняющих веществ ($M_{гор.i}$) в атмосферу на ОРО захоронения ТКО при пожаре производится по формуле:

$$M_{гор.i} = (V * p_k) * q_i,$$

где q_i – значение удельного выброса i -го загрязняющего вещества (т), определяемого в соответствии с табл. 1 (п. 1 Методики); V – объем сгоревших отходов, m^3 ; p_k – объемная плотность сгоревших отходов, t/m^3 .

Результаты исследования и их обсуждение

Табл. 1 содержит результаты расчета массы загрязняющих веществ, которая определяется как произведение массы сгоревших ТКО, с учетом объема сгоревших ТКО и их объемной плотности, на величину удельного выброса, а также таксы H_i , определяемой в зависимости от степени негативного воздействия конкретного загрязняющего вещества на атмосферный воздух и санитарно-эпидемиологическое благополучие населения.

Таблица 1

Результаты расчета массы вредного (загрязняющего) вещества, т, определяемой как произведение массы сгоревших ТКО на величину удельного выброса

Загрязняющее вещество	V – объем сгоревших отходов, m^3	Удельный выброс (т/т – тонн вещества на тонну ТКО)	q_i – значение удельного выброса i -го загрязняющего вещества	Масса вредного (загрязняющего) вещества, т	Такса для исчисления расчета вреда
Углерода оксид	100	0,2221	0,25	5,5525	5 000
Сероводород	100	0,0049	0,25	0,1225	500 000
Серы диоксид	100	0,007	0,25	0,175	110 723
Азота оксид и азота диоксид	100	0,0068	0,25	0,17	64 289
Взвешенные вещества (твердые частицы)	100	0,0130	0,25	0,325	344 850
Взвешенные вещества (сажа)	100	0,00062	0,25	0,0155	344 850

Выбросы веществ, относящихся к твердым частицам (оксиды железа, диоксид алюминия, абразивная пыль, сажа (углерод), полагаем необходимым учитывать при расчете в категории «взвешенные вещества».

Данные расчета размера ущерба, причиненного в результате сгорания твердых коммунальных отходов на полигоне Волгоградской обл., представлены в табл. 2.

Таблица 2

Данные расчета размера вреда, причиненного в результате сгорания твердых коммунальных отходов

Загрязняющее вещество	M_i , т	H_i , в руб. за т	$K_{охр}$	$K_{ин}$	$V_{онму}$, руб.
Углерода оксид	5,5525	5 000	1 0	1,35	37 479
Сероводород	0,1225	500 000	1	1,35	82 688
Серы диоксид	0,175	110 723	1	1,35	26 158
Азота оксид и азота диоксид	0,17	64 289	1	1,35	14 754
Взвешенные вещества (твердые частицы)	0,325	344 850	1	1,35	151 303
Взвешенные вещества (сажа)	0,0155	344 850	1	1,35	7 216

Суммируя результаты расчета экологического ущерба от выбросов конкретных загрязняющих веществ, получаем общую сумму вреда ($V_{онму}$), которая составит 319 598 руб.

На основании изложенного, размер ущерба атмосферному воздуху, причиненного в результате сгорания ТКО на полигоне в Волгоградской обл., произошедшего летом 2024 г., составил 319 598 (триста девятнадцать тысяч пятьсот девяносто восемь) руб.

Возгорания на территориях объектов размещения отходов и несанкционированных свалках оказывают значительное негативное влияние на состояние окружающей среды и здоровье человека.

С февраля 2025 г. дополнен перечень индикаторов риска наступления вреда окружающей среде. Так, поступление в контролирующие органы информации о пожаре на объектах хранения и захоронения ТКО является основанием для инициирования в отношении хозяйствующих субъектов контрольно-надзорных мероприятий и расчета соответствующего суммарного ущерба атмосферному воздуху.

При этом, ранее для расчета размера вреда атмосферному воздуху использовались «Временные рекомендации по расчету выбросов вредных веществ в атмосферу в результате сгорания на полигонах твердых бытовых отходов и размера предъявляемого иска за загрязнение атмосферного воздуха», утвержденные приказом Минприроды России от 2 ноября 1992 г. (Временные рекомендации, Рекомендации).

Однако со времени утверждения Временных рекомендаций произошли значительные изменения в морфологическом и химическом составе ТКО, в научных исследованиях о процессах горения, в том числе и ТКО. Все это привело к необходимости разработки на основании Временных рекомендаций Методики ФГБУ «ГосНИИЭНП» с целью обоснования уточнения (корректировки) значений удельных показателей выбросов в атмосферу при свободном горении ТКО на ОРО, приведенных во Временных рекомендациях.

Расчет вреда атмосферному воздуху по Методике ФГБУ «ГосНИИЭНП» контролирующими органами, в большинстве случаев, не осуществляется.

Методика ФГБУ «ГосНИИЭНП» предназначена только для определения удельных показателей выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в результате сгорания на полигонах ТКО с последующим использованием полученных значений для расчета размера вреда с помощью Методики № 59.

В настоящее время Министерством природных ресурсов Российской Федерации, совместно с Росприроднадзором, производится работа над актуализацией Методики № 59 в части формирования расчетных формул для расчета вреда атмосферному воздуху в результате возгораний на полигоне ТКО.

Полученные расчеты позволяют определить количество вредных (загрязняющих) веществ, поступающих в атмосферный воздух в результате горения ТКО при пожарах, которые в дальнейшем могут быть использованы в качестве исходных данных для математического моделирования опасных зон распространения продуктов горения в окружающей среде.

Заключение

Возгорания отходов на специализированных полигонах остаются одной из актуальных экологических проблем на территории Российской Федерации. Пожары влекут за собой причинение ущерба компонентам окружающей среды, особенно атмосферному воздуху в результате аварийного выброса загрязняющих веществ.

Для целей расчета ущерба атмосферному воздуху в результате возгорания ТКО в настоящее время используется только Методика исчисления размера вреда, причиненного атмосферному воздуху, как компоненту природной среды, утверждённая приказом Минприроды России от 28 января 2021 г. № 59, а также Методика расчета выбросов вредных веществ в атмосферу в результате сгорания на полигонах бытовых отходов, разработанная ФГБУ «ГосНИИЭНП».

При этом указанными Методиками предусмотрен расчет массы выбросов шести загрязняющих веществ от возгорания ТКО на полигонах (оксид углерода, сероводород, диоксид серы, оксиды азота, взвешенные вещества).

Однако с оптимизацией сферы товаров и услуг, расширением полимерных, химических и синтетических производств за последнее десятилетие, в состав ТКО, поступающих на захоронение на ОРО, входят вещества, при сгорании которых в атмосферу поступают такие токсичные вещества, как: акрилонитрил, цианистый водород, сернистый газ, фторфосген, изоцианид, фтористый водород, хлористый водород, фенол, метанол, предельные и непредельные углеводороды, арены (бензол, толуол, ксилол), ацетальдегид, уксусная кислота.

Таким образом, продукты горения ТКО содержат опасные токсиканты (диоксины, полиароматические углеводороды, производные серы, хлористый водород и др.), расчет массы которых не предусмотрен действующими Методиками.

В этой связи целесообразно расширение указанного перечня загрязняющих веществ в Методиках с применением ставок платы за выбросы вышеприведенных веществ, актуальных на год, в который произошло возгорание ТКО. Подобное расширение перечня загрязняющих веществ, выбрасываемых при сгорании ТКО в атмосферный воздух, будет иметь стимулирующий характер для лиц, эксплуатирующих ОРО, по соблюдению комплекса противопожарных мероприятий.

Список источников

1. Губайдуллина И.Н., Забара К.С. Экологические последствия пожаров твердых коммунальных отходов // Проблемы развития современного общества: сб. научных статей VIII Всерос. нац. науч.-практ. конф.: в 4-х т. / под ред. В.М. Кузьминой. Курск: Юго-Западный государственный университет, 2023. Т. 4. С. 121–125.
2. Твердые бытовые отходы (сбор, транспорт и обезвреживание) / В.Г. Систер [и др.]. М.: АКХ им. К.Д. Памфилова, 2001. С. 54.
3. Получение свалочного газа – экономия первичных природных энергоресурсов: сб. тезисов Междунар. науч.-практ. конф. / А.М. Шаимова [и др.] // Нефтегазопереработка и нефтехимия. 2006. С. 246–248.

4. Сауц А.В. Прогнозирование экологических последствий загрязненности воздуха свалочным газом в жилой застройке // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер.: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2018. Т. 26. № 3. С. 354–366.
5. Ишмеева А.С., Губайдуллина И.Н. Применение искусственного интеллекта в обеспечении пожарной безопасности // Естественные науки и пожаробезопасность: проблемы и перспективы исследований: сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2024. С. 335–338.
6. Алёшина Т.А. Причины возгорания на свалках ТБО // Безопасность строительных систем. Экологические проблемы в строительстве. Геоэкология. С. 119–124.
7. Анопченко Т.Ю. Подходы к оценке эколого-экономического риска // Экономический вестник Южного федерального округа. 2006. № 4. С. 10–15.
8. Попович Е.В., Губайдуллина И.Н. Современные средства защиты человека от опасных и вредных факторов пожара // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сб. материалов XI Всерос. науч.-практ. конф. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2024. С. 300–303.
9. Easterlin R.A., Angelescu L. Modern economic growth and quality of life: Cross sectional and time series evidence / Forthcoming in K. C. Land (Ed.), Handbook of Social Indicators and Quality-of-Life Research. New York and London: Springer, 2011. P. 15–16.
10. Lu H.F., Nair J. Impact of waste landfill and composting on greenhouse gas emissions – a review // Bioresource Technol. 2009. № 100. P. 3792–3798.
11. Said M.O., Hasan M.N., Mujibu M.A. Assessment of Municipal Solid Waste Generation and Recyclable Material Potential in Kuala Lumpur, Malaysia // Waste Management. 2009. № 29. P. 2209–2213.
12. Alamgir M., Ahsan A. Characterization of MSW and Nutrient Content of Organic Matter in Bangladesh // Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry. 2007. № 6 (4). P. 1945–1956.
13. Moghadam M.R.A., Mokhtarani N., Mokhtarani B. Country Report: Municipal Solid Waste Management in Rasht City, Iran // Waste Management. 2009. № 29. P. 485–489.
14. Current Situation of Municipal Solid Waste Management in Tibet / J. Jiang [et al.] // Waste Management. 2009. № 29. P. 1186–1191.
15. Sanchugov V.I., Rekadze P.D. Determination of the dynamic characteristics of a gear pump by the load variation method using special bench systems // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). 2022. Vol. 22. P. 130–141. DOI: 10.23947/2687-1653-2022-22-2-130-141
16. Kouame A.B., Smirnov I.V. Determinants Factors in Predicting Life Expectancy Using Machine Learning // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). 2022. Vol. 22. P. 373–383. DOI: 10.23947/2687-1653-2022-22-4-373-383

References

1. Gubajdullina I.N., Zabara K.S. Ekologicheskie posledstviya pozharov tverdyh kommunal'nyh othodov // Problemy razvitiya sovremennogo obshchestva: sb. nauchnyh statej VIII Vseros. nac. nauch.-prakt. konf.: v 4-h t. / pod red. V.M. Kuz'minoy. Kursk: Yugo-Zapadnyj gosudarstvennyj universitet, 2023. T. 4. S. 121–125.
2. Tverdye bytovye othody (sbor, transport i obezvrezhivanie) / V.G. Sister [i dr.]. M.: AKKH im. K.D. Pamfilova, 2001. S. 54.
3. Poluchenie svalochnogo gaza – ekonomiya pervichnyh prirodnih energoresursov: sb. tezisev Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. / A.M. Shaimova [i dr.] // Neftegazopererabotka i neftekhimiya. 2006. S. 246–248.
4. Sauc A.V. Prognozirovanie ekologicheskikh posledstvij zagryaznennosti vozduha svalochnym gazom v zhiloy zastroyke // Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby narodov. Ser.: Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. 2018. T. 26. № 3. S. 354–366.
5. Ishmееva A.S., Gubajdullina I.N. Primenenie iskusstvennogo intellekta v obespechenii pozharnoj bezopasnosti // Estestvennye nauki i pozharobezopasnost': problemy i perspektivy

issledovaniy: sb. materialov Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem. Ivanovo: Ivanovskaya pozharno-spasatel'naya akademiya GPS MCHS Rossii, 2024. S. 335–338.

6. Alyoshina T.A. Prichiny vozgoraniya na svalkah TBO // Bezopasnost' stroitel'nyh sistem. Ekologicheskie problemy v stroitel'stve. Geoekologiya. S. 119–124.

7. Anopchenko T.Yu. Podhody k ocenke ekologo-ekonomicheskogo riska // Ekonomicheskij vestnik Yuzhnogo federal'nogo okruga. 2006. № 4. S. 10–15.

8. Popovich E.V., Gubajdullina I.N. Sovremennye sredstva zashchity cheloveka ot opasnyh i vrednyh faktorov pozhara // Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya inzhenernyh sistem obespecheniya pozharnoj bezopasnosti ob'ektov: sb. materialov XI Vseros. nauch.-prakt. konf. Ivanovo: Ivanovskaya pozharno-spasatel'naya akademiya GPS MCHS Rossii, 2024. S. 300–303.

9. Easterlin R.A., Angelescu L. Modern economic growth and quality of life: Cross sectional and time series evidence / Forthcoming in K. C. Land (Ed.), Handbook of Social Indicators and Quality-of-Life Research. New York and London: Springer, 2011. P. 15–16.

10. Lu H.F., Nair J. Impact of waste landfill and composting on greenhouse gas emissions – a review // Bioresource Technol. 2009. № 100. P. 3792–3798.

11. Said M.O., Hasan M.N., Mujibu M.A. Assessment of Municipal Solid Waste Generation and Recyclable Material Potential in Kuala Lumpur, Malaysia // Waste Management. 2009. № 29. P. 2209–2213.

12. Alamgir M., Ahsan A. Characterization of MSW and Nutrient Content of Organic Matter in Bangladesh // Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry. 2007. № 6 (4). P. 1945–1956.

13. Moghadam M.R.A., Mokhtarani N., Mokhtarani B. Country Report: Municipal Solid Waste Management in Rasht City, Iran // Waste Management. 2009. № 29. P. 485–489.

14. Current Situation of Municipal Solid Waste Management in Tibet / J. Jiang [et al.] // Waste Management. 2009. № 29. P. 1186–1191.

15. Sanchugov V.I., Rekadze P.D. Determination of the dynamic characteristics of a gear pump by the load variation method using special bench systems // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). 2022. Vol. 22. P. 130–141. DOI: 10.23947/2687-1653-2022-22-2-130-141

16. Kouame A.B., Smirnov I.V. Determinants Factors in Predicting Life Expectancy Using Machine Learning // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). 2022. Vol. 22. P. 373–383. DOI: 10.23947/2687-1653-2022-22-4-373-383

Информация о статье:

Статья поступила в редакцию: 12.03.2026; одобрена после рецензирования: 27.03.2026;
принята к публикации: 30.04.2026

The information about article:

The article was submitted to the editorial office: 12.03.2026; approved after review: 27.03.2026;
accepted for publication: 30.04.2026

Информация об авторах:

Поплевин Александр Сергеевич, кафедра «Безопасность жизнедеятельности в строительстве и городском хозяйстве» Института архитектуры и строительства Волгоградского государственного технического университета (400074, г. Волгоград, ул. Академическая, д. 1), e-mail: sanya_poplevin@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-5677-9063>, SPIN-код: 9421-2655

Азаров Валерий Николаевич, заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности в строительстве и городском хозяйстве» Института архитектуры и строительства Волгоградского государственного технического университета (400074, г. Волгоград, ул. Академическая, д. 1), e-mail: azarovpubl@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0944-0232>, SPIN-код: 9887-0836

Манжилевская Светлана Евгеньевна, доцент кафедры «Технология строительного производства» Донского государственного технического университета (344001, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, д. 1), кандидат технических наук, e-mail: smanzhilevskaya@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7065-3726>, SPIN-код: 9612-8379

Information about authors:

Poplevin Alexander S., department of life safety in construction and municipal economy of Institute of architecture and construction of Volgograd state technical university (400074, Volgograd, Akademicheskaya str., 1), e-mail: sanya_poplevin@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-5677-9063>, SPIN: 9421-2655

Azarov Valery N., head of the department of life safety in construction and municipal economy of Institute of architecture and construction of Volgograd state technical university (400074, Volgograd, Akademicheskaya str., 1), e-mail: azarovpubl@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0944-0232>, SPIN: 9887-0836

Manzhilevskaya Svetlana E., associate professor of department of construction technology of Don state technical university (344001, Rostov-on-Don, Gagarin sq., 1), candidate of technical sciences, e-mail: smanzhilevskaya@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7065-3726>, SPIN: 9612-8379