

УДК 504.06

**О. А. Макарова^а, О. А. Мишустин^а, А. А. Кожевникова^а, Р. С. Карасев^а,
Т. В. Игнашев^а, Н. А. Коробова^б**

^а *Волгоградский государственный технический университет*

^б *ООО «СИБУР-Инновации»*

АНАЛИЗ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Рассматривается крупное химическое предприятие Волгоградской области ООО «Волгоградский магниевый завод» как потенциальный источник вредного воздействия на окружающую среду. Приводятся данные о выбросах вредных веществ, а также способы контроля и предложения по снижению выбросов. Рассматривается возможный вред, оказываемый выбросами вредных веществ, на получаемый на производстве полезный продукт; дается понятие о стандартах экологического менеджмента.

Ключевые слова: экология, загрязнение окружающей среды, химическая промышленность, вредные вещества, Волгоградская область, система менеджмента качества, ПДК, концентрация, химические вещества, оксид углерода, оксид магния, индекс опасности.

Введение

Крупные предприятия химической промышленности могут вносить значительный вклад в загрязнение окружающей среды. В связи с основным видом деятельности данных предприятий, а также в зависимости от соблюдения регламента технологического процесса и состояния очистных устройств, возможны выбросы различных вредных веществ в окружающую среду. В данной статье рассматривается потенциальный риск выбросов в атмосферу.

Основная часть

Выбросы вредных веществ в атмосферу

Соблюдение требований безопасности, а также сохранение здоровья и благополучия сотрудников предприятия и проживающего рядом населения имеют решающее значение для функционирования и успешного развития промышленного предприятия. Безопасность предприятия включает в себя систему менеджмента качества (СМК), систему охраны труда и ответственную эксплуатацию объектов, гарантирующую отсутствие ущерба окружающей среде и нарушение экологического баланса [1].

Под термином «загрязнение окружающей среды» подразумевается ухудшение ее первоначальных свойств, которое способно при продолжительном негативном воздействии в дальнейшем привести к возникновению состояния чрезвычайной ситуации¹. По мнению Майкла Портера, загрязнение — это просто отходы, независимо от их источника, которые снижают ценность и являются симптомом проблем в продуктах и/или процессах [2]. Таким образом, вопреки устоявшемуся мнению, снижение уровня загрязнения и отходов способно не уменьшить, а, напротив, повысить конкурентоспо-

¹ Загрязнение окружающей среды и экологические проблемы человечества.
URL: https://foxford.ru/wiki/geografiya/zagrizaznenie-okruzhaychei-sredi-i-ekologicheskie-problemi-chelovechestva?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F.

способность предприятий. Более того, европейские экологические стандарты и стандарты качества продукции вынуждают различных субъектов и заинтересованных лиц пересматривать свою политику, а также модернизировать производственные технологии. Это необходимо для получения ряда конкурентных преимуществ, в первую очередь на зарубежных рынках [3].

Для нормирования негативного воздействия и обеспечения допустимых уровней экологической безопасности вводится показатель предельно допустимой концентрации (ПДК) в воздухе рабочей зоны. Данный показатель характеризует максимальный уровень концентрации вредных и токсичных веществ, воздействующих на сотрудников предприятия в течение рабочей смены продолжительностью не более 8 ч в течение всего рабочего стажа. Данная концентрация вредных и токсичных веществ не должна вызывать негативные отклонения в организме, которые могут быть обнаружены современной медициной:

ПДК_{п.п} — промышленный норматив, вводимый для контроля содержания вредных веществ в воздухе промышленных предприятий и частично их санитарно-защитной зоне².

ПДК_{с.с} — норматив среднесуточной предельной концентрации вредных и токсичных веществ, попадающих в организм человека через органы дыхания в течение 24 ч (суток). Данный норматив обеспечивает контроль за здоровьем населения в пределах населенных пунктов, в том числе населенных пунктов с развитой промышленностью.

Перечисленные нормативные величины наиболее часто присутствуют в расчетах потенциального и уже нанесенного экологического вреда, а также воздействия промышленных предприятий на здоровье населения.

Рассмотрим выбросы вредных веществ в атмосферу на примере ООО «Волгоградский магниевый завод». Концентрации химических веществ в санитарно-защитной зоне завода и на территории ближайшего населенного пункта приведены в табл. Метеоусловия отбора проб (ЦЛАТИ по Волгоградской области) и расчетные данные (ОАО «РУСАЛ ВАМИ»):

$$P_{\text{атм}} = 744 \text{ мм рт. ст.}; \text{ ветер северный, } v = 5 \dots 9 \text{ м/с}; t = +15 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Загрязнение воздуха оказывает различные последствия для здоровья. Здоровье восприимчивых и чувствительных людей может пострадать даже в дни с низким уровнем загрязнения воздуха [5].

Оксид углерода (угарный газ) является токсичным веществом, крайне опасным для человека, в том числе за счет отсутствия характерных запаха и цвета. Это делает контакт с этим веществом до определенного времени незаметным для пострадавшего. Оксид углерода остается одной из наиболее распространенных причин острых отравлений и смерти людей как в повседневной жизни, так и в чрезвычайных ситуациях, особенно при пожарах [6].

Отравление угарным газом может привести к серьезным поражениям систем и органов человека. Предварительные симптомы отравления можно принять за усталость. Последствия отравления часто приводят к потере трудоспособности и инвалидизации пострадавших.

² ГН 2.2.5.686—98. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны: химические факторы производственной среды. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200000525>.

Концентрации химических веществ [7]

Контролируемый ингредиент	Код	Класс опасности	Фактические ингредиенты (данные химического анализа отобранных проб ЦЛАТИ* по Волгоградской области)		Потенциальные выбросы от проектируемого магниевого завода (расчетные данные РУСАЛ ВАМИ**)		RfC***
			Санитарно-защитная зона (500 м) от площадки строительства	Жилая зона (п. Орловка, Городищенский район)	Санитарно-защитная зона (500 м) от площадки строительства	Жилая зона (п. Орловка, Городищенский район)	
			ПДК _{с.с.} мг/м ³		ПДК _{с.с.} мг/м ³		
Оксид азота	304	3	0,013	0,26	0,53 (NO _x)	0,26	0,06
Диоксид азота	301	2	0,02	0,64			0,04
Диоксид серы	330	3	0,01	0,25	0,06	0,04	0,05
Пыль	—	—	0,03	0,04			0,015
Фтористый водород	342	2	0,002	0,17			0,01
Оксид углерода	337	4	5,0	5,8	0,01	0,003	3,0
Хлористый водород	316	2	0,1	0,8	0,01	0,003	0,06
					Cl ₂ – 0,1	Cl ₂ – 0,02	0,03
Оксид меди	146	2	0,00001	0,0015			0,002
Оксид цинка	207	3	0,00001	0,0015			0,05
Оксид магния	—	—	0,00001	0,0015			0,004
Свинец	14	1	0,00006	0,0015			0,007
Бенз(а)пирен	703	1	1 · 10 ⁻⁷	1 · 10 ⁻⁵			1 · 10 ⁻⁶

Примечания:

* — Центр лабораторных анализов и технических измерений.

** — Всероссийский алюминиево-магниевый институт.

*** — безопасная доза для атмосферного воздуха; использованы данные из ГН 2.1.6.1338—03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».

Оксид магния может вызвать раздражение верхних дыхательных путей и оказывает раздражающее действие на глаза; может всасываться в организм при вдыхании аэрозоля и через рот.

Оксид магния представляет собой белое твердое вещество, часто в виде порошка. Когда мелкие частицы оксида магния рассеиваются в воздухе, будь то непосредственно или при горении или резке металлического магния, образующийся дым оксида магния представляет опасность для вдыхания [7].

Пыль на предприятии — это мелкодисперсные твердые частицы, которые образуются в результате различных производственных процессов и выбрасываются в воздух. Исследования российских и зарубежных ученых показывают, что наиболее негативное влияние на организм человека оказывают частицы 10 мкм [8].

Анализ индексов опасности, во много раз превышающих допустимые уровни по имеющимся выбросам ООО «Волгоградский магниевый завод», позволяет сделать вывод, что после возведения завода на территории Городищенского района близ п. Орловка число людей с заболеваниями органов дыхательных путей увеличилось на 12,8 %, с сердечно-сосудистыми заболеваниями — на 13,4 %.

В связи с этим можно сделать вывод о том, что Волгоградский магниевый завод оказывает негативное воздействие на состояние окружающей природной среды и здоровье человека. На сегодняшний день Волгоградский магниевый завод оказывает минимальное воздействие на окружающую среду благодаря высокоэффективным системам пыле- и газоочистки, локальным системам аспирации и устройству локальных модульных систем очистки сооружений.

Методы и средства контроля и снижения уровня вредных веществ

Для контроля загрязненности воздуха оксидом углерода на предприятии используются различные средства и методы.

В качестве стационарного метода контроля загрязнения воздушной среды может быть предложен метод газовой хроматографии. Данный метод позволяет с современной точностью определить содержание оксида углерода и иных загрязнителей в составе выбросов промышленных предприятий с целью последующей оценки их влияния на окружающую среду.

В основе газовой хроматографии лежит следующий принцип: адсорбция анализируемых веществ в неподвижной фазе и вопрос о том, сколько времени потребуется подвижной фазе для повторной десорбции анализируемого вещества [9].

В качестве одного из перспективных методов определения поллютантов в выбросах ООО «Волгоградский магниевый завод» можно назвать газовую хроматографию. Данный метод позволяет с современной точностью измерить содержание оксида углерода в промышленных выбросах и провести оценку экологического влияния данного промышленного предприятия на состояние окружающей среды Волгоградской области.

- Газовая хроматография. Метод позволяет измерять оксид углерода в промышленных выбросах с помощью катарометра или термохимического детектора.

- Портативные детекторы. Они помогают оперативно определить уровень оксида углерода на рабочих местах. Такие устройства, как правило,

менее точны, чем лабораторные анализы, но обеспечивают необходимую оперативность для современного реагирования на ухудшение условий воздуха.

- Газоанализаторы. Это специализированные устройства для обнаружения и измерения концентрации оксида углерода в воздухе и других средах. В зависимости от специфики применения газоанализаторы могут быть стационарными и переносными.

Переносной газоанализатор ГАНК-4 (рис. 1) предназначен для измерения ПДК вредных веществ в атмосфере, воздухе рабочей зоны и в санитарно-защитной зоне промышленных предприятий. Последовательно измеряет до 30 веществ. Общий список измеряемых веществ — более 250³.



Рис. 1. Газоанализатор ГАНК-4 (А), (Р), (АР)

Для объединения в составе современных газоанализаторов газовых сенсоров разных типов рекомендуется применять универсальные цифровые газовые датчики (ЦГД). Идея ЦГД заключается в том, чтобы вместо аналоговых чувствительных элементов использовать цифровые датчики с готовыми алгоритмами самокоррекции и самокалибровки. ЦГД, созданные на этой концепции, обеспечивают нормированный выходной сигнал и автоматическую температурную коррекцию⁴.

Улучшения экологических показателей можно добиться за счет внедрения методов, которые ориентированы на сокращение отходов и модернизацию процессов/продуктов в целях снижения воздействия на окружающую среду⁵.

³ Газоанализаторы на оксид меди (CuO) от ООО «НПП „ГазоАналит“». URL: <https://gazoanalit.ru/support/article/Gazoanalizatory-oksid-mediCuO/?ysclid=m7ajsaubpu641027731>.

⁴ URL: Hrčak portal znanstvenih časopisa Hrvatske. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/438668>.

⁵ URL: pubchem.ncbi.nlm.nih.gov.

Примерами таких методов могут служить:

- зеленая химия, которая включает в себя применение безопасных реагентов и растворителей, повышение атомной эффективности реакций и синтез без побочных продуктов;
- модернизация оборудования, которая подразумевает переход на непрерывные процессы, внедрение микрореакторов, автоматизация и цифровые двойники для точного контроля параметров;
- безотходные технологии с замкнутым циклом водоснабжения и использованием побочных продуктов как вторичного сырья;
- переработка и утилизация — термическое обезвреживание с утилизацией энергии, химическая нейтрализация кислот и щелочей, регенерация катализаторов и реагентов;
- экодизайн продуктов — создание биоразлагаемых, нетоксичных и легко перерабатываемых материалов и снижение содержания вредных компонентов;
- системы экологического менеджмента — внедрение стандарта ГОСТ Р ИСО 14001, проведение анализа жизненного цикла (LCA) и обмен отходами между предприятиями.

При работе с магниевыми сплавами, а также с растворами солей магния необходимо строгое соблюдение требований техники безопасности и наличие системы очистки отходящих газов.

Основными компонентами системы являются: общая приточно-вытяжная вентиляция с устройством дополнительных вытяжных вентиляторов на рабочих местах, а также масляные фильтры самоочищающегося типа (КДМ, КД, КТ, ФС-3 и т. п.).

Очистка должна проводиться при скорости движения воздуха не менее 18 м/с. При этом для наилучшей очистки атмосферы на рабочих местах система очистки должна начинать работу до начала рабочей смены и продолжать действовать в течение минимум 10...15 мин по завершении смены.

При устройстве системы очистки воздуха с наличием масляных фильтров следует избегать использования сухих центробежных циклонов, рукавных фильтров и т. д. Несмотря на ограничения, данная система позволяет обеспечить безопасность производства, в том числе предотвратить самовозгорание магниевой пыли и эффективно улавливать магниевую пыль.

СМК на предприятии

Фирмы, соблюдающие требования СМК, могут управлять ресурсами более эффективно, чем другие [10]. Для эффективного функционирования, контроля и оценки системы менеджмента качества в организации применяется совокупность обязательных документов — документация СМК, структура которой представлена на рис. 2.

Для эффективной координации работы всех подразделений, определения границ ответственности каждого работника и обеспечения бесперебойного функционирования организации разрабатывают схему, пример которой изображен на рис. 3.

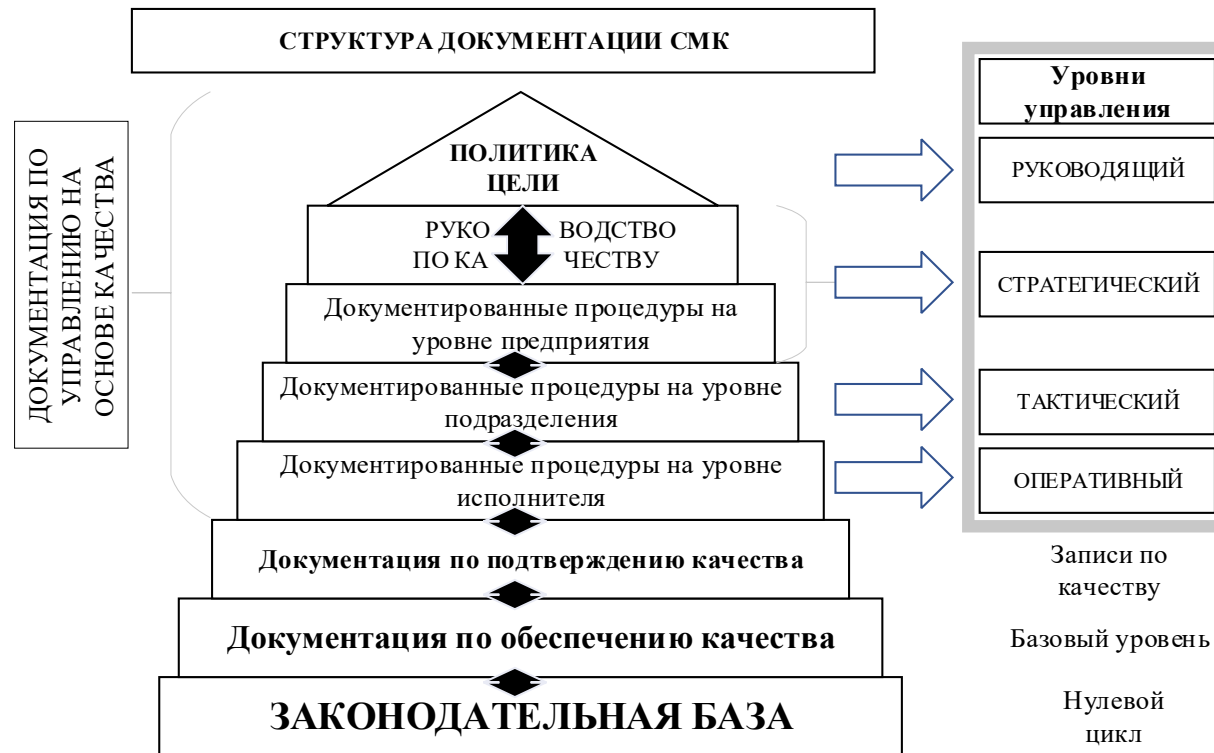


Рис. 2. Структура документации СМК

**Организационная структура
АО «КАУСТИК»**

Приложение
к Приказу № _____ от «_» _____ 2022

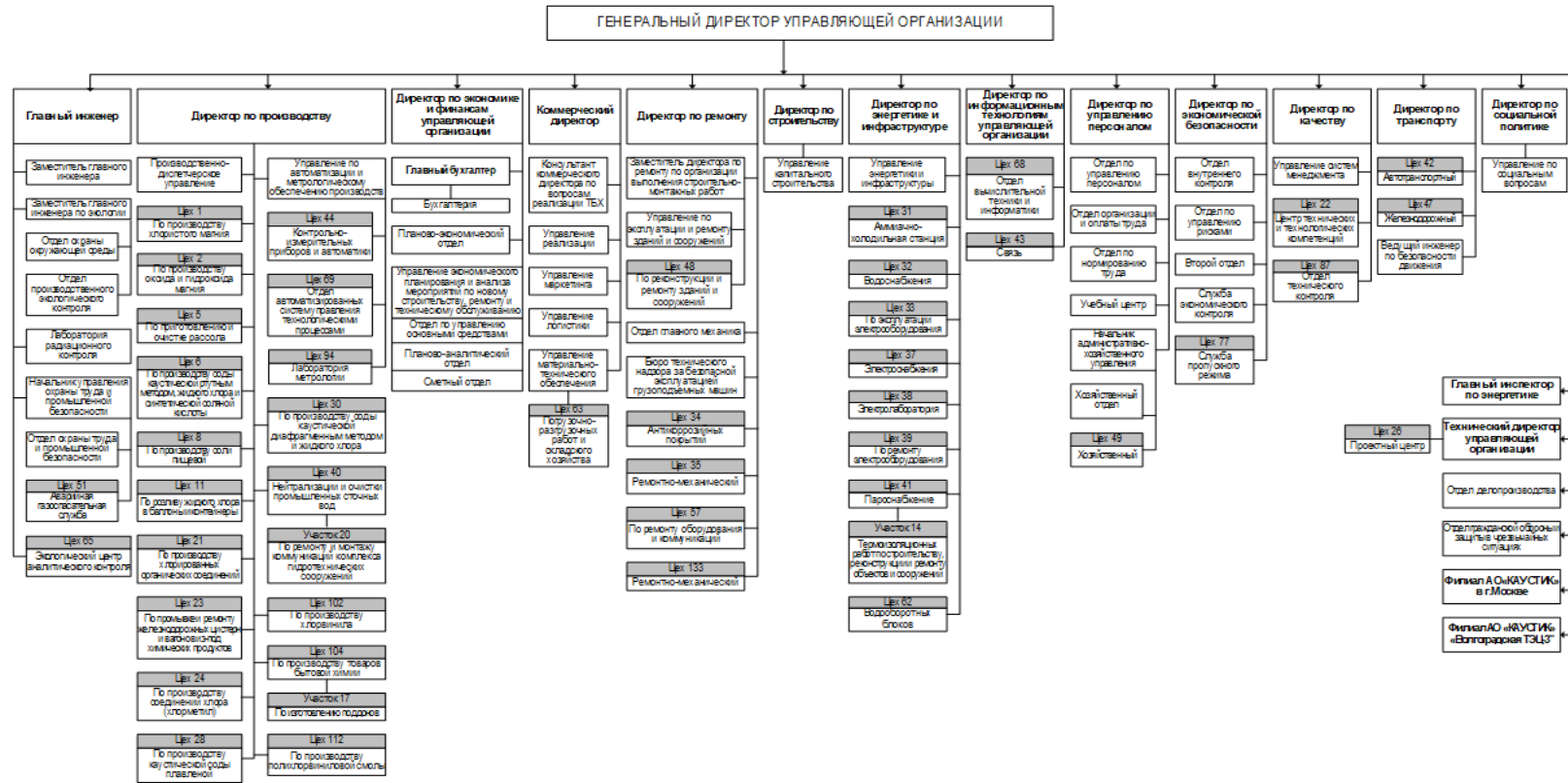


Рис. 3. Схема организационной структуры АО «Каустик»

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Venkatesh M.* Environment, Health and Safety, Security and Regulations. New York : Environmental Press, 2024.
2. *Melnyk S. A., Stroufe R. P., Calantone R. J.* Assessing the impact of environmental management systems on corporate and environmental performance // *Journal of Operations Management*. 2003. Vol. 21. Iss. 3. Pp. 329—351. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0272696302001092>.
3. *Matei I. V., Ungureanu L.* Survey on integrated modelling applied in environmental engineering and management // *Environmental Engineering and Management Journal*. 2014. Vol. 13. No. 4. Pp. 1027—1038. DOI: 10.30638/eemj.2014.107.
4. *Лобачева Г. К., Колодницкая Н. В., Фоменко А. П.* Оценка загрязнения атмосферного воздуха выбросами проектируемого Волгоградского магниевого завода // *Вестн. Волгогр. гос. ун-та. Сер. 3: Экономика. Экология*. 2009. № 1(14). С. 211—219.
5. *Smith J., Johnson A.* Environmental and health impacts of air pollution : a review // *Frontiers in Public Health*. 2020. No. 8. DOI: 10.3389/fpubh.2020.00014.
6. *Гребенюк А. Н., Быков В. Н.* Оксид углерода: механизм токсического действия, патогенез и клинические проявления острой интоксикации // *Токсикологический вестник*. 2021. № 3. С. 4—9.
7. *Артемова А. И., Прокофьев И. В., Суханов А. В.* Цифровой газовый датчик для портативных и беспроводных газоанализаторов // *Инженер. вестн. Дона*. 2018. № 2(49). С. 35.
8. *Васильев А. Н., Кагриев Р. С., Козловцева Е. Ю., Гараев А. Л.* Исследование загрязнения мелкодисперсной пылью PM₁₀ и PM_{2,5} воздушной среды города Волгограда // *Инженер. вестн. Дона*. 2020. № 2.
9. *Ritgen U.* Gas Chromatography (GC) // *Analytical Chemistry I : textbook / U. Ritgen*. Berlin, Heidelberg : Springer, 2023. Pp. 149—153. URL : https://doi.org/10.1007/978-3-662-66336-3_13.
10. *Watson K. J., Klingenberg B., Polito T., Geurts T. G.* Impact of environmental management system implementation on financial performance: a comparison of two corporate strategies // *Management of Environmental Quality: An International Journal*. 2004. Vol. 15. Iss. 6. Pp. 622—628.

© Макарова О. А., Мишустин О. А., Кожевникова А. А., Карасев Р. С.,
Игнашев Т. В., Коробова Н. А., 2026

Поступила в редакцию
16.12.2025

Ссылка для цитирования:

Анализ негативного воздействия предприятий химической промышленности на окружающую среду Волгоградской области / О. А. Макарова, О. А. Мишустин, А. А. Кожевникова, Р. С. Карасев, Т. В. Игнашев, Н. А. Коробова // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура*. 2026. Вып. 1(102). С. 304—313. DOI: 10.35211/18154360_2026_1_304.

Об авторах:

Макарова Ольга Александровна — канд. техн. наук, доц. каф. технологии машиностроения, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400005, г. Волгоград, пр. им. Ленина, 28; olgamakarova5024@gmail.com

Мишустин Олег Алексеевич — ассистент каф. промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28

Кожевникова Алла Александровна — старший преподаватель каф. технологии машиностроения, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28; alla.aka-78@yandex.ru

Карасев Роман Сергеевич — магистрант каф. технологии машиностроения, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28; karasikroma@yandex.ru

Игнашев Тарас Викторович — магистрант каф. технологии машиностроения, Волгоградский государственный технический университет (ВолГГТУ). Российская Федерация, 400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28; ignashevt2013@gmail.com

Коробова Нина Александровна — специалист, ООО «СИБУР-Инновации». Российская Федерация, 420051, г. Казань, ул. Беломорская, 272, помещ. 601; Ninusha02@mail.ru

**Olga A. Makarova^a, Oleg A. Mishustin^a, Alla A. Kozhevnikova^a, Roman S. Karasev^a,
Taras V. Ignashev^a, Nina A. Korobova^b**

^a *Volgograd State Technical University*

^b *Sibur-Innovations, LLC*

ANALYSIS OF THE NEGATIVE IMPACT OF CHEMICAL INDUSTRY ENTERPRISES ON THE ENVIRONMENT IN THE VOLGOGRAD REGION

The article examines Volgograd Magnesium Plant LLC, a large chemical plant in the Volgograd region, as a potential source of harmful environmental impacts. Data on hazardous emissions, as well as monitoring methods and proposals for reducing emissions, are presented. The potential impact of hazardous emissions on the useful product obtained during production is considered, and the concept of environmental management standards is introduced.

Key words: ecology, environmental pollution, chemical industry, harmful substances, Volgograd region, quality management system, maximum permissible concentration, concentration, chemicals, carbon monoxide, magnesium oxide, hazard index.

For citation:

Makarova O. A., Mishustin O. A., Kozhevnikova A. A., Karasev R. S., Ignashev T. V., Korobova N. A. [Analysis of the negative impact of chemical industry enterprises on the environment in the Volgograd region]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2026, iss. 1, pp. 304—313. DOI: 10.35211/18154360_2026_1_304.

About authors:

Olga A. Makarova — Candidate of Engineering Sciences, Volgograd State Technical University (VSTU). 28, Lenina Ave., Volgograd, 400005, Russian Federation; olgamakarova5024@gmail.com

Oleg A. Mishustin — Assistant, Volgograd State Technical University (VSTU). 28, Lenina Ave., Volgograd, 400005, Russian Federation

Alla A. Kozhevnikova — Senior Lecturer, Volgograd State Technical University (VSTU). 28, Lenina Ave., Volgograd, 400005, Russian Federation; alla.aka-78@yandex.ru

Roman S. Karasev — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 28, Lenina Ave., Volgograd, 400005, Russian Federation; karasikroma@yandex.ru

Taras V. Ignashev — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 28, Lenina Ave., Volgograd, 400005, Russian Federation; ignashevt2013@gmail.com

Nina A. Korobova — Specialist, Sibur-Innovations, LLC. Room 601, 272, Belomorskaya st., Kazan, 420051, Russian Federation; Ninusha02@mail.ru