

ОЦЕНКА ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «РАТИМИР» И РАСЧЁТ КАТЕГОРИИ ОПАСНОСТИ

Я.А. Стоян¹, И.Ю. Гриванов²

¹Владивостокский государственный университет, г. Владивосток, Россия, бакалавр

²Владивостокский государственный университет, г. Владивосток, Россия, преподаватель

В статье представлен комплексный анализ выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух предприятия ООО «Ратимир», осуществляющего производственную деятельность на территории г. Владивостока. Актуальность исследования обусловлена необходимостью оценки воздействия промышленных выбросов на атмосферный воздух и население, а также разработки экологически обоснованных нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации. Проведена инвентаризация источников выбросов, определён перечень и масса загрязняющих веществ, выполнен расчёт рассеивания примесей с использованием программы УПРЗА «Эколог» и установлена категория опасности предприятия. Установлено наличие 21 загрязняющих веществ суммарным выбросом 13,97 т/год; выявлено 11 источников, из которых организованные источники (котельная, цех) дают 84,6 % валового выброса. Максимальные приземные концентрации не превышают 1 ПДК. Предприятие отнесено к III категории негативного воздействия. Рекомендуется утверждение существующих выбросов в качестве нормативов ПДВ.

Ключевые слова: выбросы загрязняющих веществ, атмосферный воздух, инвентаризация источников, рассеивание выбросов, предельно допустимая концентрация, категория опасности предприятия, ООО «Ратимир», производственный экологический контроль, нормативы ПДВ, УПРЗА «Эколог».

Введение

Деятельность промышленных предприятий является одним из основных источников антропогенного воздействия на атмосферный воздух [1, с. 156]. Оценка количественных и качественных характеристик выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) необходима для определения уровня экологической опасности объекта, планирования природоохранных мероприятий и разработки нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) [2, с. 45].

Объектом исследования является ООО «Ратимир» – предприятие, осуществляющее производственную деятельность на территории г. Владивостока (Приморский край). Цель работы – провести комплексный анализ структуры выбросов, определить вклад отдельных источников и рассчитать категорию опасности предприятия для последующего экологического нормирования.

Задачи:

- систематизировать технологические процессы, сопровождающиеся выбросами;
- определить параметры всех источников выбросов;
- рассчитать максимальные приземные концентрации с использованием программы УПРЗА «Эколог»;
- выполнить расчёт приведённой массы выбросов и категории опасности.

Материалы и методы

В качестве исходной информации использованы результаты инвентаризации источников выбросов, проведённой при разработке проекта нормативов допустимых выбросов (НДВ) для ООО «Ратимир» в 2026 году [3]. Исходные данные о параметрах источников, выбросах загрязняющих веществ и режимах работы оборудования предоставлены предприятием.

Расчёт категории опасности предприятия (КОП) выполнен согласно методическим указаниям РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы» [4] и Приказу

Минприроды России № 300 от 28.06.2018 [5, с. 8]. Приведённая масса выброса M_i для каждого вещества рассчитывалась по формуле:

$$M_i = m_i \frac{1}{\text{ПДК}_{\text{с/с}}} \quad (1)$$

где: m_i – фактический выброс i -го вещества, т/год;

ПДК – среднесуточная предельно допустимая концентрация, мг/м³ (при отсутствии с/с использовалась ПДК с понижающим коэффициентом 0,1).

Суммарный показатель КОП определялся как сумма приведённых масс:

$\text{КОП} = \sum_{i=1}^n M_i$	(2)
---------------------------------	-----

Полученное значение сопоставлялось с установленными градациями:

I категория – $> 10^6$,

II – $10^5 - 10^6$,

III – $10^4 - 10^5$,

IV – $< 10^4$ усл. т/год [3, с. 15].

Перечень и объёмы выбросов загрязняющих веществ

На предприятии ООО «Ратимир» выделяется 23 загрязняющих вещества. Суммарный валовый выброс составляет 13,9726 т/год, в том числе твёрдых веществ – 0,58095 т/год (4,16 %), жидких и газообразных – 13,3916 т/год (95,84 %). Структура выбросов по агрегатному состоянию характерна для предприятий с котельными установками, использованием автотранспорта и химическими процессами.

В таблице 1 представлен полный перечень загрязняющих веществ с указанием кода, наименования, ПДК, класса опасности и валового выброса.

Таблица 1

Перечень и объёмы выбросов загрязняющих веществ ООО «Ратимир»

Код	Наименование вещества	ПДК м/р, мг/м ³	Класс опасности	Выброс, т/год	Доля, %
0337	Углерода оксид	5	4	2,41976	17,32
0301	Азота диоксид	0,2	3	1,73428	12,41
0328	Углерод (сажа)	0,15	3	0,57627	4,12
2732	Керосин	1,2 (ОБУВ)	ОБУВ	0,00202	0,01
2936	Пыль мясокостной муки	0,01 (ОБУВ)	ОБУВ	0,23134	1,66
0330	Сера диоксид	0,5	3	7,20030	51,54
0304	Азота оксид	0,4	3	0,28902	2,07
0303	Аммиак	0,2	4	0,61446	4,40

Код	Наименование вещества	ПДК м/р, мг/м ³	Класс опасности	Выброс, т/год	Доля, %
0123	Железа оксид	0,04 (с/с)	3	0,00347	0,02
1519	Пентановая кислота	0,03	3	0,48606	3,48
0143	Марганец и его соединения	0,001 (с/с)	2	0,00006	<0,01
0342	Фториды газообразные	0,02	2	0,00004	<0,01
1819	Диметиламин	0,005	2	0,25056	1,79
0703	Бенз/а/пирен	$1 \cdot 10^{-6}$ (с/с)	1	0,000001	<0,01
1401	Пропан-2-он (Ацетон)	0,35	4	0,04277	0,31
1039	Пентан-1-ол	0,01	3	0,05355	0,38
1314	Пропаналь	0,01	3	0,03671	0,26
0333	Дигидросульфид (Сероводород)	0,008	2	0,01658	0,12
1707	Диметилсульфид	0,08	4	0,00830	0,06
1715	Метантиол	0,006	4	0,00307	0,02
2754	Углеводороды C12–C19	1,0	4	0,00027	<0,01
Итого	–	–	–	13,5726	100

Анализ таблицы 1 показывает, что три вещества формируют 81,3 % суммарного выброса: диоксид серы (51,54 %), оксид углерода (17,32 %) и диоксид азота (12,41 %). Доминирование диоксида серы связано с использованием топлива с высоким содержанием серы в котельной. Оксид углерода поступает от котельной и автотранспорта, диоксид азота – также от котельной и сварочных работ.

Распределение выбросов по классам опасности представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение выбросов по классам опасности

Класс опасности	Характеристика	Кол-во веществ	Суммарный выброс, т/год	Доля, %
1	Чрезвычайно опасные	1	$1 \cdot 10^{-6}$	<0,01
2	Высокоопасные	4	0,2692	1,93
3	Умеренно опасные	8	10,4358	74,69
4	Малоопасные	5	3,0329	21,71
—	ОБУВ	3	0,2345	1,68

Наибольшая доля выбросов (74,69 %) приходится на умеренно опасные вещества (класс 3). Однако присутствие чрезвычайно опасного бенз/а/пирена (класс 1) и высокоопасных марганца, сероводорода, фторидов и диметиламина (класс 2) требует особого контроля, так как эти вещества обладают высокой токсичностью и способностью к биоаккумуляции.

Характеристика источников выбросов

На территории предприятия ООО «Ратимир» функционирует 11 источников загрязнения атмосферы (ИЗАВ), включая организованные и неорганизованные. Параметры основных источников приведены в таблице 3.

Таблица 3

Параметры источников выбросов

№ ИЗАВ	Наименование источника	Тип	Высота, м	Диаметр, м	Объём смеси, м³/с	Температура, °С
1	Дымовая труба котельной	организованный	35	0,5	3,34	160
2	Труба цеха (обвалка, термообработка)	организованный	38	0,16	0,05	50
3–6	Дефлекторы вентиляции (4 шт.)	неорганизованные	7	0,6	0,542	20
6007–6008	Резервуары для жиров	неорганизованный	3	—	—	—

№ ИЗ А В	Наименован ие источника	Тип	Высо та, м	Диаме тр, м	Объё м смес и, м³/с	Температ ура, °С
6009	Механическа я мастерская (площадной)	неорганизов анный	5	—	—	—
6010	Сварочный участок (площадной)	неорганизов анный	5	—	—	—
6011	Открытая стоянка автотранспор та (площадной)	неорганизов анный	5	—	—	—

Как видно из таблицы 3, организованные источники (трубы котельной и цеха) имеют высоту 35 и 38 м, что обеспечивает достаточно хорошее рассеивание. Дефлекторы вентиляции (высота 7 м) работают при низкой температуре (20 °С). Неорганизованные источники (площадные) расположены на высоте 3–5 м.

Распределение валовых выбросов по источникам представлено в таблице 4.

Таблица 4

Выбросы по источникам

№ ИЗ А В	Источник	Суммарный выброс, т/год	Доля, %
1	Труба котельной	10,425	74,61
2	Труба цеха	2,426	17,36
3–6	Дефлекторы (4 шт.)	0,067	0,48
6007–6008	Резервуары	0,00028	<0,01
6009	Механическая мастерская	0,0019	0,01
6010	Сварочный участок	0,018	0,13
6011	Открытая стоянка	1,034	7,40
Итого		13,9726	100

Наибольший вклад в выбросы вносит котельная (74,61 %), что обусловлено сжиганием топлива и выбросом диоксида серы, оксидов азота и углерода. На втором месте – труба цеха (17,36 %), где выделяются аммиак, пентановая кислота, диметиламин и другие

органические соединения. Открытая стоянка автотранспорта даёт 7,40 % (оксиды азота, сажа, оксид углерода, керосин). Прочие источники вносят менее 1 %.

Расчёт категории опасности предприятия

Результаты расчёта приведённой массы выбросов представлены в таблице 5.

Таблица 5

Расчёт приведённой массы выбросов

Код	Вещество	Выброс, т/год	ПДК (с/с), мг/м ³	Приведённая масса, усл. т/год	Доля в КОП, %
0143	Марганец	0,00006	0,001	59	0,02
0703	Бенз/а/пирен	0,000001	0,000001	1 000	0,29
0303	Аммиак	0,61446	0,1	6 145	1,80
0301	Азота диоксид	1,73428	0,1	17 343	5,08
0337	Углерода оксид	2,41976	3	806	0,24
0330	Сера диоксид	7,20030	0,05	144 006	42,15
0333	Сероводород	0,01658	0,002	8 290	2,43
1819	Диметиламин	0,25056	0,0025	100 224	29,34
1519	Пентановая кислота	0,48606	0,01	48 606	14,23
Прочие вещества		0,242	—	15 000	4,39
Итого		13,9726	—	≈ 341 600	100

Суммарный показатель приведённой массы составляет ~341 600 усл. т/год. Согласно классификации Приказа Минприроды № 300 [5], это значение соответствует II категории опасности (умеренная). Для объектов данной категории требуется разработка программы производственного экологического контроля, декларации о воздействии на окружающую среду и ежегодное предоставление отчётности 2-ТП (воздух).

Несмотря на доминирование диоксида серы по абсолютной массе, наибольший вклад в приведённую массу вносят диметиламин (29,34 %) и пентановая кислота (14,23 %) благодаря низким значениям ПДК. Высокие значения приведённой массы для серы диоксида (42,15 %) также требуют внимания. Присутствие бенз/а/пирена и марганца даёт значительный вклад в пересчёте на токсичность.

Выводы

1. Предприятие ООО «Ратимир» выбрасывает в атмосферный воздух 23 загрязняющих вещества суммарной массой 13,97 т/год. Преобладают газообразные и жидкие вещества (95,84 %), доля твёрдых составляет 4,16 %.
2. Основными загрязнителями по массе выброса являются диоксид серы (51,54 %), оксид углерода (17,32 %) и диоксид азота (12,41 %). Эти вещества должны быть приоритетными при разработке плана-графика контроля.
3. Выявлено 11 источников загрязнения атмосферы. Наибольший вклад вносит котельная (74,61 %), за которой следуют труба цеха (17,36 %) и открытая стоянка автотранспорта (7,40 %).
4. По результатам расчёта категории опасности (КОП $\approx$ 341 600 усл. т/год) ООО «Ратимир» отнесено к II категории опасности (умеренная).
5. Критическими веществами с точки зрения приведённой массы выбросов являются диметиламин (29,34 % КОП), пентановая кислота (14,23 %) и серы диоксид (42,15 %). Их выбросы, даже в сравнительно небольших абсолютных количествах, требуют строгого контроля и минимизации.
6. Максимальные приземные концентрации не превышают 1 ПДК во всех расчётных точках, что позволяет рекомендовать существующие выбросы для утверждения в качестве нормативов ПДВ с достижением в 2026 году.

Рекомендованные природоохранные мероприятия:

для котельной: оптимизация режимов сжигания, использование более чистого топлива (снижение серы), установка системы «мокрой» или полусухой сероочистки;

для цеха: герметизация оборудования, установка абсорберов для улавливания аминов и органических кислот;

для автотранспорта: ограничение движения в периоды неблагоприятных метеоусловий, перевод на газомоторное топливо.

1. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы / М.Е. Берлянд. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 272 с.

2. ГН 2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест. – М., 2003.

3. Проект нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух для ООО «Ратимир». – Владивосток, 2026. – 145 с.

4 РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 556 с.

5 Приказ Минприроды России от 28.06.2018 № 300 «Об утверждении Порядка ведения государственного реестра объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/557024853> (дата обращения: 05.05.2026).

Научный руководитель: Игорь Юрьевич Гриванов, доцент кафедры естественных наук, ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет», г. Владивосток, Россия, Igor.Grivanov@vvsu.ru

Ярослав Александрович Стоян, бакалавр, ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет», студент, г. Владивосток, Россия.