

## ОЦЕНКА РОЛИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В ФОРМИРОВАНИИ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА

Эссе представляет схему комплексной оценки качества атмосферного воздуха промышленных центров. Оценка была проведена согласно комплексным показателям, учитывающим изменение качества атмосферы промышленных городов через выбросы загрязняющих веществ. Согласно результатам исследований мы определяем влияние различных источников выбросов примесей на качество атмосферы промышленных городов.

Важную роль во всех природных процессах играет атмосфера. Она представляет собой грандиозную систему, в которой процессы обмена веществ происходят по определенным естественным законам, но хозяйственная деятельность человека влияет на атмосферу и изменяет ее состав. Эти изменения нередко принимают настолько значительный и устойчивый характер, что приходится предпринимать меры по ее охране.

Все без исключения промышленные предприятия вносят свой вклад в загрязнение атмосферы. Кроме того, из года в год возрастает загрязнение атмосферного воздуха веществами, поступающими от автомобильного транспорта. В настоящее время на долю автотранспорта приходится больше половины всех вредных выбросов в окружающую среду. Эта проблема особенно актуальна в крупных городах [1].

В городе Оренбурге (областном центре Оренбургской области) сосредоточено 130 промышленных предприятий и организаций, а также сто тысяч единиц автомобилей. Количество стационарных источников загрязнения атмосферы в городе составляет 2910, из них не оснащены пылегазоочистным оборудованием 2148, что составляет 73,8%, в том числе требующих дооснащения 603. Ежегодно в атмосферу поступает 136 тыс. тонн вредных веществ, из них более 70% принадлежит автомобильному транспорту.

Основными загрязняющими веществами в атмосфере города являются: пыль, диоксид серы, диоксид азота, оксид азота, формальдегид, оксид углерода, сероводород. В атмосферу также выбрасываются такие специфические вещества, как: ксилол, толуол, бензол, хлористый водород, пятиокись ванадия, свинец и метилмеркаптаны [2].

Источники выбросов загрязняющих веществ расположены по площади города крайне неравномерно. Наиболее мощные источники загрязнения атмосферы вынесены за черту города, но большое количество средних (60%) и малых источников выбросов вредных примесей находится на территории Промышленного района города Оренбурга. В самом Промышленном районе источники загряз-

нения атмосферы размещены также неравномерно (рисунок 1). Так, район улиц Невельской, Цвиллинга, Пролетарской и Комсомольской следует считать наиболее насыщенным промышленными предприятиями. Территория этого района площадью 1 кв. км включает несколько стационарных источников загрязнения атмосферного воздуха: пять предприятий пищевой промышленности и одно машиностроительное производство (рисунок 2), приоритетными источниками выбросов вредных примесей на которых являются котельные.

Оценку воздействия стационарных и передвижных источников выбросов примесей исследуемой территории на качество атмосферы проведем по следующей схеме (рисунок 3). Сначала определим количество выбросов отдельной примеси по каждому источнику и суммарное их значение (таблица 1). Но количество выбросов примесей является недостаточной характеристикой как для источника выбросов, так и для самой примеси. Чтобы учесть опасность загрязняющих веществ, нами использовалась категория опасности вещества (КОВ, м<sup>3</sup>/с), рассчитанная по формуле [3]

$$КОВ = \left( \frac{M_i}{ПДК_i} \right)^{\alpha_i} \quad (1)$$

где  $M_i$  – количество выбросов  $i$ -ой примеси в атмосферу, т/год;

$ПДК_i$  – среднесуточная ПДК  $i$ -го вещества в атмосфере населенного пункта, мг/м<sup>3</sup>;

$\alpha_i$  – безразмерная константа, позволяющая соотнести степень вредности  $i$ -го вещества с вредностью диоксида серы [3].

Для комплексной оценки воздействия выбросов вредных веществ предприятия на атмосферный воздух использовали категорию опасности предприятия (КОП, м<sup>3</sup>/с) [3], которая учитывает суммарное количество выбросов вредных веществ в атмосферу от предприятия, приведенное к одному классу опасности и дает некоторый условный объем загрязненного воздуха, разбавленный до санитарно-гигиенических норм

$$КОП = \sum_{i=1}^n КОВ = \sum_{i=1}^n \left( \frac{M_i}{ПДК_i} \right)^{\alpha_i} \quad (2)$$

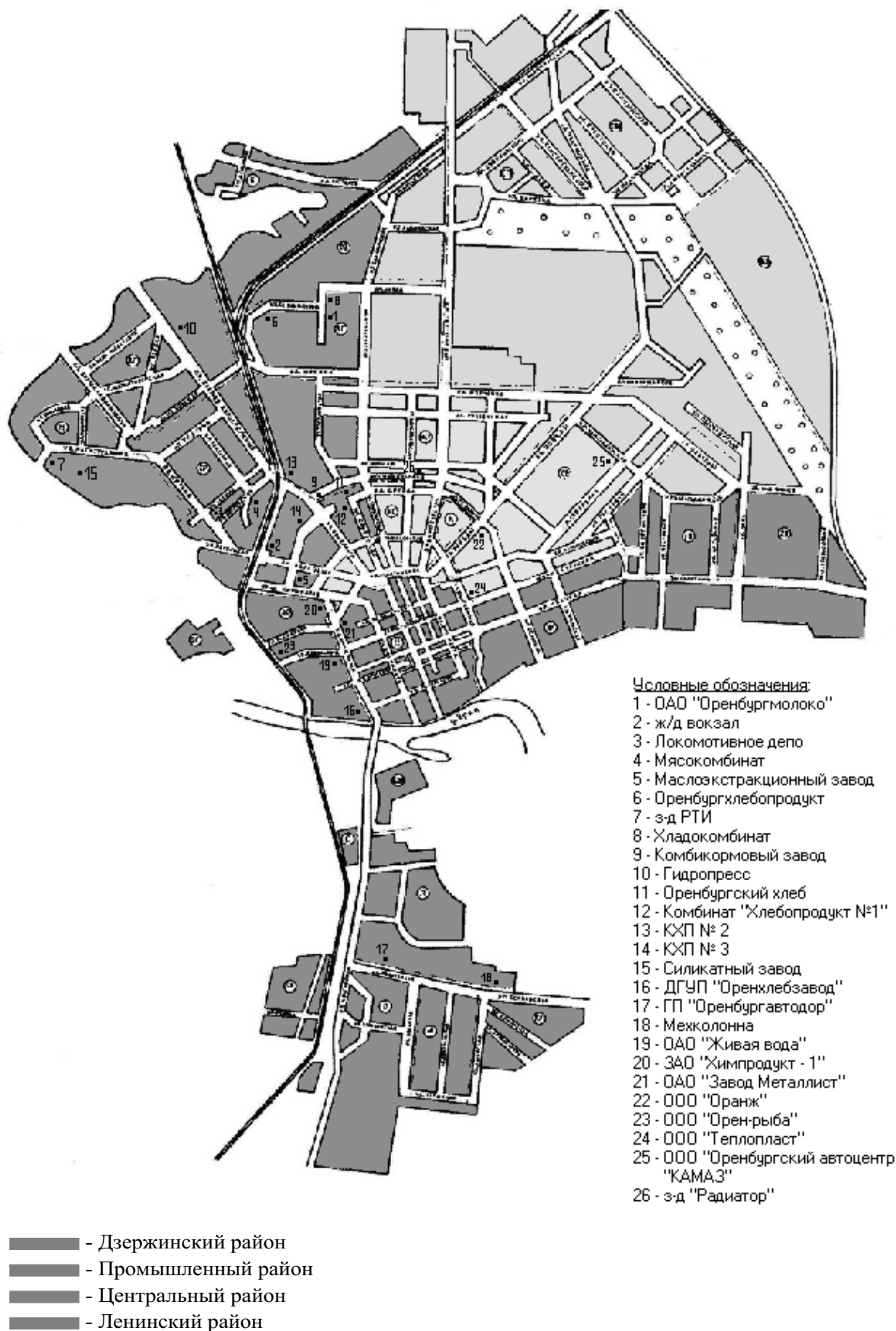


Рисунок 1. Распределение основных источников загрязнения атмосферного воздуха на территории города Оренбурга

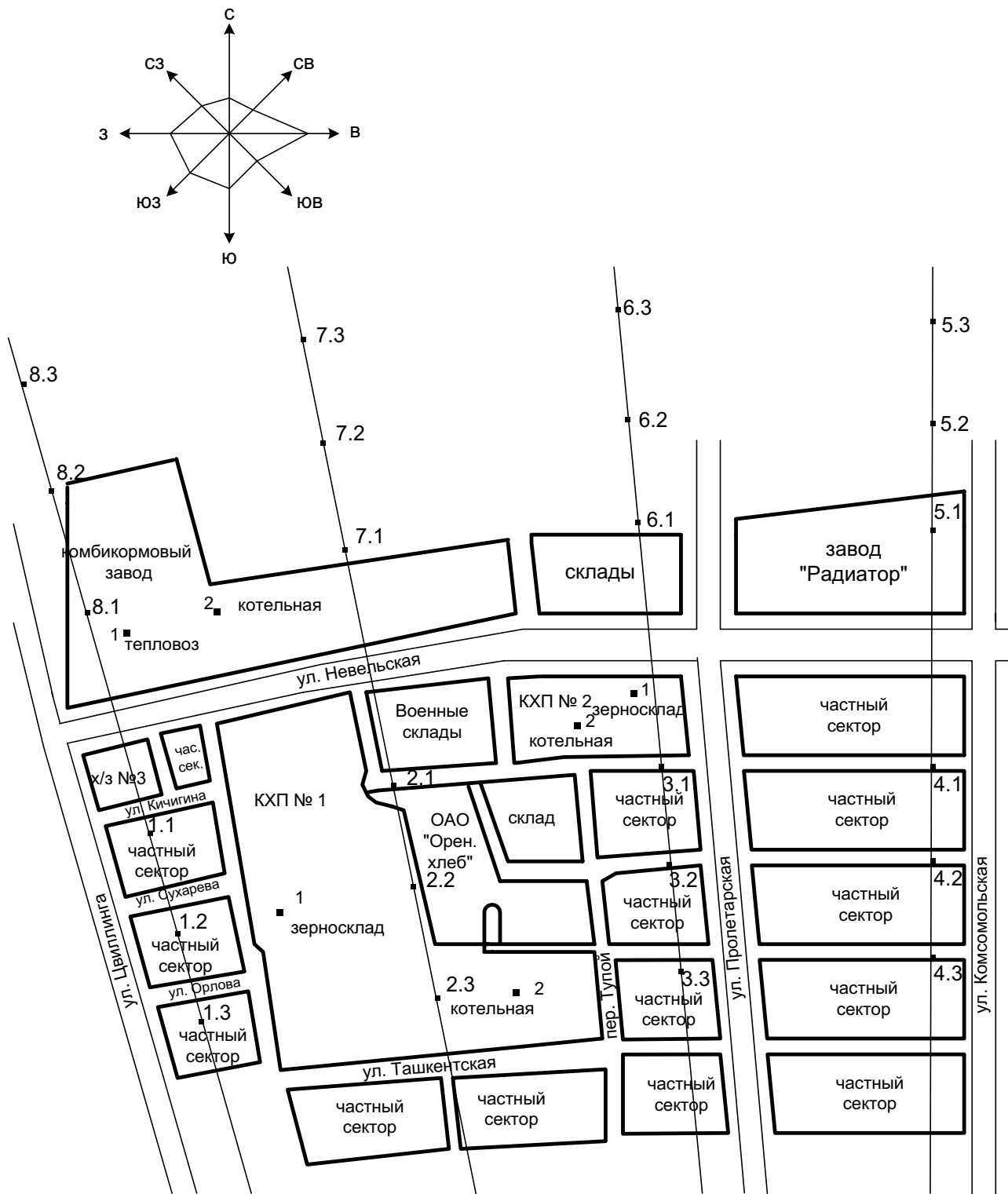


Рисунок 2. Карта-схема исследуемой территории Промышленного района

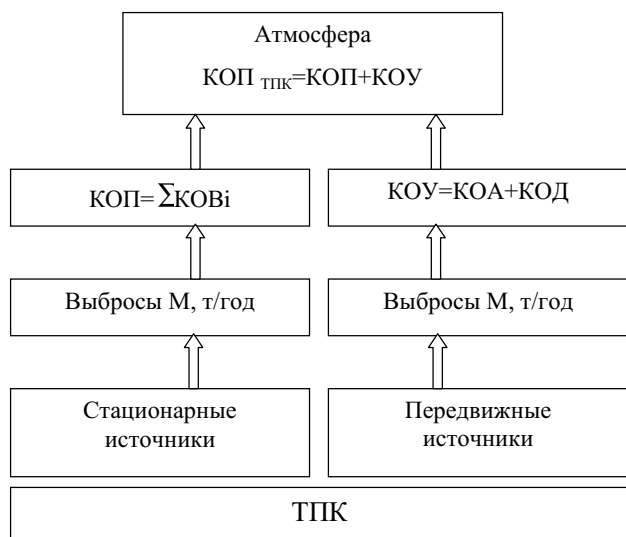


Рисунок 3. Схема комплексной оценки качества атмосферы на территории ТПК

В качестве комплексного показателя, характеризующего суммарное воздействие передвижных источников выбросов примесей на качество атмосферы улицы, использовали категорию опасности улицы (КОУ) которую определяли через экологическую опасность (выбросы) автомобиля (КОА, м<sup>3</sup>/с) и автомобильной дороги (КОД, м<sup>3</sup>/с) [4], то есть

$$КОУ = \sum_{i=1}^n КОА_i + КОД, \quad (3)$$

где  $\sum_{i=1}^n КОА$  – суммарный показатель категории опасности автомобилей (м<sup>3</sup>/с), учитывающий категорию опасности веществ выделяемых с отработавшими газами автомобилей

$$КОА = \sum_{i=1}^n КОВ_i = \sum_{i=1}^n \left( \frac{M_i}{ПДК_i} \right)^\alpha, \quad (4)$$

где КОД – категория опасности дороги (м<sup>3</sup>/с), которая представляет собой категорию опасности пыли, образовавшейся при движении транспорта по дороге и рассчитывается по формуле

$$КОД = \frac{M_n}{ПДК_n} = \frac{CV}{ПДК_n}, \quad (5)$$

где С - концентрация пыли в воздухе улицы, мг/м<sup>3</sup>; V – объем воздуха, в котором рассеяна пыль, м<sup>3</sup>/с.

Далее, зная категории опасности стационарных и передвижных источников загрязнения атмосферного воздуха изучаемой территории, определяли категорию опасности исследуемого территориально-производственного комплекса по формуле [4]:

$$КОП_{ТПК} = \sum_{i=1}^n КОП_i + \sum_{i=1}^n КОУ_i, \quad (6)$$

где  $\sum_{i=1}^n КОП_i$  – сумма категории опасности всех рассмотренных предприятий;

$\sum_{i=1}^n КОУ_i$  – сумма категории опасности всех рассмотренных улиц.

Следуя описанному алгоритму, сначала определим количественные характеристики выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от предприятий, размещенных на интересующей нас территории (таблица 1).

ОАО «Оренбургский комбикормовый завод» расположен на одной площадке в Промышленном районе города Оренбурга на пересечении улицы Невельской и переулка Мельничного. Продукция завода – рассыпные и гранулированные комбикорма, которые в основном поставляются для птицефабрик, животноводческих комплексов и хозяйств Агропрома области. Согласно экологическому паспорту предприятие относится к третьей категории опасности с санитарно-защитной зоной, равной 100м. Основными загрязняющими веществами (согласно экологическому паспорту предприятия), выбрасываемыми комбикормовым заводом в атмосферный воздух, являются продукты сгорания топлива: диоксид азота, диоксид серы, угарный газ, а также пыль органической природы (зерновая и мучная).

Оренбургский хлебозавод №3 расположен в центре города Оренбурга на улице Кичигина между улицами Цвиллинга, Невельской, переулком Селивановским. Хлебозавод специализируется по выработке булочных и кондитерских изделий. Согласно экологическому паспорту он относится к четвертой категории опасности с санитарно-защитной зоной, равной 50м. Основными загрязняющими веществами, выбрасываемыми в атмосферный воздух хлебозаводом №3 являются диоксид азота, диоксид серы, угарный газ и пыль мучная.

Предприятие ОАО «Оренбургский хлеб» расположено в центральной части города Оренбурга

Таблица 1. Массовая характеристика количества выбросов загрязняющих веществ от предприятий данной территории

Источники выбросов	Загрязняющие вещества, т/год				Всего по предприятию
	Диоксид азота	Диоксид серы	Оксид углерода	Пыль	
ОАО "Оренбургский комбикормовый завод"	3,5	1,1	13	4,1	22
Оренбургский хлебозавод №3	2,0	0,03	6,9	0,25	9,2
ОАО "Оренбургский хлеб"	5,2	0,001	17	0,002	22
Оренбургский комбинат хлебопродуктов № 1	3,7	0,70	12	20	36
Комбинат хлебопродуктов № 2	3,4	40	24	53	120
Завод "Оренбургский радиатор"	17	813	129	13	972
Всего по веществам	35	855	202	90	1182

между улицами Кичигина и Советской. Оно специализируется на выпечке хлебных и бараночных изделий. Согласно экологическому паспорту предприятие относится к четвертой категории опасности с санитарно-защитной зоной, равной 50 м. Основными вредными веществами, загрязняющими атмосферный воздух на ОАО «Оренбургский хлеб» являются: диоксид азота, диоксид серы, угарный газ и пыль мучная.

Оренбургский комбинат хлебопродуктов №1 (КХП №1) расположен в центральной части города между улицами Невельской, Ташкентской, Советской и переулком Селивановским. Продукция предприятия – мука и крупа различных сортов. Данное предприятие относится к четвертой категории опасности с санитарно-защитной зоной, равной 50 м. Вредными веществами, выбрасываемыми КХП №1 в атмосферный воздух данной территории являются диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода и пыль.

Рядом с КХП №1 располагается комбинат хлебопродуктов №2 (КХП №2), который специализирован на переработке зерна и его хранении. Предприятие расположено в центральной части города. Оно включает две отдельные промышленные площадки: мельничный цех и крупяной цех.

И последнее предприятие, находящееся на изучаемой территории – завод «Радиатор», который располагается на пересечении улиц Комсомольской и Невельской и осуществляет механическую обработку, отдельные виды штамповки, сборки сердцевин и пайки радиаторов, изготовление охлаждающих пластин. Заводом выбрасываются в атмосферный воздух продукты сгорания природного газа диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода и пыль. Кроме того, на заводе при изготовлении радиаторов широко используется серная кислота. Санитарно-защитная зона завода «Радиатор», согласно экологическому паспорту, равна 100 м.

Ранжирование предприятий по массе выбросов показало, что: наибольший вклад в загрязнение атмосферы вносит завод «Радиатор» (82%), далее комбинат хлебопродуктов №2 (10%), Оренбургский комбинат хлебопродуктов №1 (3%), ОАО «Оренбургский хлеб» (2%), ОАО «Оренбургский комбикормовый завод» (2%), Оренбургский хлебозавод №3 (1%). Приоритетной примесью, поступающей от этих источников является диоксид серы с массовой долей выброса 48%, а основным источником его выделения – завод «Радиатор» – 72%.

На данной территории кроме предприятий также располагаются четыре улицы, включающие ав-

томагистралей разного значения: Невельская, Цвиллинга, Пролетарская и Комсомольская.

Нами была проведена оценка и категорирование вышеуказанных улиц согласно их геометрических характеристик и существующего СниПа 2.07.01-89\* (таблица 2).

Проведенный анализ показал, что улица Пролетарская относится к магистральной улице общегородского значения. Улицу Цвиллинга следует отнести к магистральной улице районного значения, а остальные улицы Комсомольская и Невельская – местного значения.

Для полной оценки улиц необходимо учитывать еще такой важный показатель как интенсивность движения автомобилей разных типов (количество транспортных средств в час). Нами было проведено ранжирование автомобильных дорог анализируемой территории по интенсивности движения согласно существующим классификациям (таблица 3). Улица Пролетарская относится к I технической категории с затруднительными транспортными условиями. Улица Цвиллинга также относится к I технической категории со средними транспортными условиями. Улица Невельская относится ко II технической категории с легкими транспортными условиями и улица Комсомольская относится к IV технической категории с легкими транспортными условиями.

Основным источником, загрязняющим атмосферный воздух всех улиц, является автомобильный транспорт (оксид углерода, диоксид азота, сернистый ангидрид, сажа) и дорожное покрытие (пылевые аэрозоли).

Количественные характеристики загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу передвижными источниками по улицам территории, сведены в таблицу 4.

Среди линейных источников выбросов данной территории приоритетным является улица Пролетарская (45%), затем идут улицы Цвиллинга (39%), Невельская (15%) и Комсомольская (1%). По коли-

Таблица 2. Характеристика дорог исследуемой территории Промышленного района

Название улицы	Ширина дороги, м	Длина дороги, м	Расстояние до линии застройки, м	Покрытие	Классификация улиц и дорог по назначению
Пролетарская	10-15	6300	10-20	асфальт	Магистральная улица общегород. значения
Цвиллинга	13	1650	10	асфальт	Магистральная улица районного значения
Комсомольская	9	3450	8	асфальт	Улица и дорога местного значения
Невельская	8	1550	5-7	асфальт	Улица и дорога местного значения

честву выбросов приоритетной примесью на всех улицах является оксид углерода. Далее идут диоксид азота, диоксид серы и пыль.

На долю стационарных источников выбросов исследуемой территории приходится 66% от их общего количества, а на долю передвижных источников лишь 34% (таблица 5). Основным источником загрязнения изучаемой территории по количеству выбросов являются промышленные предприятия, а приоритетным загрязняющим веществом выступает диоксид серы, доля которого составляет 48%. На втором месте находится основной продукт сгорания газообразного топлива – оксид углерода – 42%, затем идут пыль – 5% и диоксид азота – 5%.

Далее нами было проведено ранжирование примесей и источников их выделения по категории опасности вещества по формулам (2) и (3), результаты расчетов сведены в таблицы 6 и 7.

Сравнивая величины КОВ для каждого вещества, можно отранжировать их следующим образом: диоксид азота (1 ранг), диоксид серы (2 ранг), пыль (3 ранг), оксид углерода (4 ранг). По результатам расчетов комбикормовый завод, ОАО «Оренбургский хлеб», хлебозавод №3, комбинат хлебопродуктов №1 и комбинат хлебопродуктов №2 должны быть отнесены к предприятиям третьей категории опасности с санитарно-защитной зоной равной 300 метров [3], а завод «Радиатор» – ко второй категории опасности с санитарно-защитной зоной – 500 метров. Принимая во внимание полученные данные, можно утверждать, что территории между такими предприятиями, как комбикормовый завод, хлебозавод №3, КХП №1 и ОАО «Оренбургский хлеб»; КХП №2 и ОАО «Оренбургский хлеб»; КХП №2 и завод «Радиатор»; комбикормовый завод и завод «Радиатор» должны быть рассмотрены как совокупный источник выбросов в атмосферный воздух, для которого размеры санитарно-защитной зоны должны быть гораздо большими, чем для отдельного источника.

По результатам ранжирования улиц по КОВ (таблица 7) приоритетным загрязняющим веществом для всех улиц является диоксид азота, на втором месте диоксид серы, а на третьем оксид углерода. При ранжирова-

Таблица 4. Массовая характеристика выбросов загрязняющих веществ улиц.

Наименование улицы	Загрязняющие вещества, т/год				Всего по улицам
	Диоксид азота	Диоксид серы	Оксид углерода	Пыль	
Невельская	6	0,58	87	0,041	94
Цвиллинга	24	3,14	209	0,63	237
Пролетарская	25	1,81	249	0,25	276
Комсомольская	0,35	0,031	5	0,002	5,3
Всего по веществам	55	5,6	550	0,9	612

Таблица 5. Сравнительная характеристика выбросов загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников.

Источник выбросов	Загрязняющие вещества, т/год				Всего
	Диоксид азота	Диоксид серы	Оксид углерода	Пыль	
Стационарные	35	855	202	90	1182
Передвижные	55	5,6	550	0,9	612
Всего по веществам	90	860	752	91	1794

Таблица 6. Ранжирование загрязняющих веществ по КОВ для предприятий.

Наименование источника	Категория опасности загрязняющих веществ, м <sup>3</sup> /с				КОП, м <sup>3</sup> /с
	Диоксид азота	Диоксид серы	Оксид углерода	Пыль	
Комбикормовый завод	2,9×10 <sup>4</sup>	720,2	81,74	866,7	3,07×10 <sup>4</sup>
Хлебозавод №3	1,4×10 <sup>4</sup>	20,2	47,5	52,7	1,41×10 <sup>4</sup>
ОАО «Оренбургский хлеб»	4,9×10 <sup>4</sup>	0,634	104,16	0,126	4,91×10 <sup>4</sup>
Комбинат хлебопродуктов №1	3,3×10 <sup>4</sup>	446,0	79,9	4,2×10 <sup>3</sup>	3,8×10 <sup>4</sup>
Комбинат хлебопродуктов №2	2,96×10 <sup>4</sup>	2,6×10 <sup>4</sup>	147,4	1,1×10 <sup>4</sup>	6,67×10 <sup>4</sup>
Завод «Оренбургский радиатор»	1,7×10 <sup>6</sup>	5,2×10 <sup>5</sup>	663,9	2,8×10 <sup>3</sup>	2,2×10 <sup>6</sup>
Всего по веществам	1,8×10 <sup>6</sup>	5,5×10 <sup>5</sup>	1,1×10 <sup>3</sup>	1,9×10 <sup>4</sup>	2,4×10 <sup>6</sup>

Таблица 7. Ранжирование загрязняющих веществ по КОВ для улиц.

Наименование улицы	Категория опасности загрязняющих веществ, м <sup>3</sup> /с				Всего по улицам
	Диоксид азота	Диоксид серы	Оксид углерода	Пыль	
Невельская	5,9×10 <sup>5</sup>	3,7×10 <sup>3</sup>	4,6×10 <sup>3</sup>	0,09×10 <sup>2</sup>	5,98×10 <sup>5</sup>
Цвиллинга	3,7×10 <sup>6</sup>	1,9×10 <sup>4</sup>	1,02×10 <sup>4</sup>	1,3×10 <sup>3</sup>	3,73×10 <sup>6</sup>
Пролетарская	3,77×10 <sup>6</sup>	1,15×10 <sup>4</sup>	1,2×10 <sup>4</sup>	0,53×10 <sup>3</sup>	3,79×10 <sup>6</sup>
Комсомольская	1,5×10 <sup>4</sup>	196,5	350,8	4,2	1,55×10 <sup>4</sup>
Всего по веществам	8,08×10 <sup>6</sup>	3,4×10 <sup>4</sup>	2,7×10 <sup>4</sup>	1,8×10 <sup>3</sup>	8,14×10 <sup>6</sup>

Таблица 3. Классификация дорог по интенсивности движения

Название улицы	Классификация дорог по назначению	Интенсивность движения по сезонам, авт./час				Среднегодовая интенсивность, авт./ час	Техническая категория дороги	Транспортные условия
		зима	весна	лето	осень			
Пролетарская	Магистральная улица общегород. значения	1800±950	1900±950	2100±1000	1800±900	1900±950	I	Затруднительные
Цвиллинга	Магистральная улица районного значения	1000±300	1200±350	1300±400	1200±350	1200±350	I	Средние
Невельская	Улицы и дороги местного значения (асфальт)	200±60	350±105	350±105	300±90	300±90	II	Легкие
Комсомольская	Улицы и дороги местного значения (асфальт)	35±25	50±40	50±40	45±35	45±35	IV	Легкие

нии по категории опасности улицы Невельская и Комсомольская должны принадлежать к источникам третьей категории опасности. А улицы Цвиллинга и Пролетарская являются источниками второй категории опасности [4].

Далее необходимо проведение ранжирования всех источников выбросов по категории опасности веществ для (таблица 8). Приоритетными источниками загрязнения атмосферного воздуха изучаемой территории являются передвижные источники загрязнения (улицы Пролетарской (42%) и Цвиллинга (41%)). На третьем месте находится завод «Радиатор» – 8%, который относится к стационарным источникам загрязнения атмосферы.

Приоритетной примесью, загрязняющей атмосферу исследуемой территории является диоксид азота (93%), а основным источником загрязнения по категории опасности источника выступает улица Пролетарская (42%).

Таблица 8. Ранжирование загрязняющих веществ по КОП для всех источников.

Источник выбросов	Категории опасности веществ, м <sup>3</sup> /с				Всего
	Диоксид азота	Диоксид серы	Оксид углерода	Пыль	
Стационарные	1,8×10 <sup>6</sup>	5,5×10 <sup>3</sup>	1,1×10 <sup>3</sup>	1,9×10 <sup>4</sup>	2,4×10 <sup>6</sup>
Передвижные	8,08×10 <sup>6</sup>	3,4×10 <sup>4</sup>	2,7×10 <sup>4</sup>	1,8×10 <sup>3</sup>	8,14×10 <sup>6</sup>
Всего по веществам	10 <sup>7</sup>	5,8×10 <sup>3</sup>	2,8×10 <sup>4</sup>	2×10 <sup>4</sup>	10,5×10 <sup>6</sup>

Вклад АТС и автомобильных дорог в категорию опасности исследуемого ТПК составил 90%, а предприятий – 10%. То есть, основное воздействие на качество атмосферы данной территории оказывают автомобили и автомобильные дороги. То есть, разработка комплекса природоохранных мероприятий только для стационарных источников выбросов не приведет к кардинальному изменению качества атмосферы в исследуемом районе. Поэтому необходим комплекс административных и технических решений по снижению выбросов от автомобильного транспорта.

**Список использованной литературы:**

1. Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экология: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 566 с.
2. Охрана окружающей среды Оренбургской области. Под ред. к.м.н. В.Ф. Куксанова. Оренбург: ИПК ОГУ, 2002. – 256 с.
3. Цыцура А.А., Боев В.М., Куксанов В.Ф., Старокожева Е.А. Комплексная оценка качества атмосферы промышленных городов Оренбургской области – Оренбург, Изд-во ОГУ, 1999. – 168 с., ил.
4. Цыцура А.А., Куксанов В.Ф., Бондаренко Е.В., Старокожева Е.А. Транспортно-дорожный комплекс и его влияние на экологическую обстановку города Оренбурга. – Оренбург: ИПК ОГУ, 2002. – 164 с.