

А.А. Цыцура, О.В. Чекмарева

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ АТМОСФЕРЫ НА УЛИЦАХ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА (на примере г. Оренбурга)

В данной статье рассматривается комплекс организационных и технических мероприятий, способствующих повышению качества атмосферного воздуха в г. Оренбурге.

Воздушная среда г. Оренбурга испытывает значительные техногенные нагрузки со стороны транспортно-дорожного комплекса, который является на сегодняшний день основным источником ее загрязнения (более 63%).

Из-за интенсивного движения автотранспорта напряженная санитарно-экологическая обстановка характерна для атмосферного воздуха центральной части города, промышленной зоны и жилой застройки вдоль автомагистралей, где наблюдается превышение допустимого уровня загрязнения атмосферы по оксидам азота, серы, пыли и тяжелым металлам. К данному типу районов относится порядка 20% территорий г. Оренбурга [6].

В г. Оренбурге средний коэффициент (К) отношения протяженности автомобильных дорог на единицу площади (1 км²) составляет 2,3. К самым насыщенным автомобильными дорогами территориям относится центральная часть города и промышленные зоны. Например, в районе, ограниченном улицами проспект Победы, Постникова, Парковый проспект и Невельская, коэффициент протяженности автомобильных дорог равен одиннадцати. В районе, ограниченном улицами Постникова, Чичерина, 8-го Марта и Максима Горького, он поднимается до 13,2. В районе, ограниченном улицами Шевченко, Полтавская, Октябрьская и Леушинская, – до 17. В этих районах города находятся улицы магистрального значения с высокой интенсивностью движения. В спальнях районах города этот коэффициент лежит в пределах от 2 до 4.

Используя критерий качества атмосферы [1], мы провели оценку экологического неблагополучия на этих улицах. По его величине мы судим об экологическом состоянии атмосферы на данной территории (таблица 1).

Расчеты проводились для районов города, на которых наблюдаются максимальное и минимальное значения коэффициента протяженности автомобильных дорог. Результаты для двух разных метеорологических ситуаций (штиль и направленный воздушный поток) представлены в таблице 2. При

этом оценивалось негативное воздействие оксидов азота, оксида углерода, диоксида серы и пыли, являющихся основными токсикантами в выбросах автотранспорта.

Таблица 1. Значения критерия качества атмосферы для территории, прилегающей к источнику

Характеристика территории	Величина критерия качества атмосферы	
	Минимальная	Максимальная
1. Условно чистая		< 0,3
2. Напряженная	0,3	1
3. Критическая зона	1	4
4. Зона ЧЭС	4	8
5. ЗЭБ	>8	

Таблица 2. Значения критерия качества атмосферы для разных районов города

Название районов	ν , м/с	Объем загрязненного воздуха, м ³	Значения КОУ, м ³ /с	Величина критерия качества атмосферы	Характеристика экологического состояния территории
Город	0-3	$3,3 \cdot 10^{10}$	$7,6 \cdot 10^8$	2,8	Критическая
Центр	0-3	$2,8 \cdot 10^8$	$8,4 \cdot 10^7$	140	ЭБ
Северный поселок	0-3	$6,8 \cdot 10^8$	$2,1 \cdot 10^7$	11,4	ЭБ
Город	>9	$2,3 \cdot 10^{11}$	$3,8 \cdot 10^9$	11,4	ЭБ
Центр	>9	$2,6 \cdot 10^{10}$	$5 \cdot 10^9$	25	ЭБ
Северный поселок	>9	$3,9 \cdot 10^9$	$1,5 \cdot 10^9$	4,5	ЧЭС

Примечание: ЧЭС – чрезвычайная экологическая ситуация, ЭБ – экологическое бедствие.

Проведенные расчеты показывают, что в условиях штиля критерий качества атмосферы на территории города повышается до 2,8, что соответствует критическим нагрузкам на территории со стороны воздушной среды (таблица 2). Вероятность таких погодных условий составляет 45%. При значительном направленном воздушном потоке ($\nu > 9$ м/с) критерий качества атмосферы на территории города поднимается до 11,4, что соответствует экологическому бедствию. Этот факт объяс-

няется тем, что в данных метеоусловиях значения категории опасности улицы определяются значениями категории опасности дороги, то есть пылеобразованием. Но вероятность таких погодных условий не превышает 4%. Территория центральной части города по качеству атмосферного воздуха независимо от метеоусловий характеризуется как экологическое бедствие, так как здесь достаточно плотно ($K > 10$) находятся улицы магистрального значения с высокой интенсивностью движения. Обобщенная характеристика экологического состояния территории г. Оренбурга дана в таблице 3.

Таблица 3. Влияние автомобильного транспорта на экологическое состояние территории г. Оренбурга

Параметры	Характеристика экологического состояния территории		
	ЭБ	ЧЭС	КС
Критерий качества	>8	4-8	<4
Площадь, км ²	20	24	13

Таким образом, территорию г. Оренбурга по качественным характеристикам атмосферного воздуха можно разделить на три категории: территории с экологическим бедствием, с чрезвычайным экологическим состоянием и с критической нагрузкой. Для каждой из этих территорий должен разрабатываться свой комплекс мероприятий по снижению выбросов в атмосферный воздух.

Одним из путей решения данной проблемы является улучшение экологических характеристик парка эксплуатируемых средств. Этого можно добиться через его поэтапное обновление, путем замены выходящих из эксплуатации автомобильных средств на более «экологически безопасные» или путем модернизации эксплуатируемых автомобилей за счет оснащения их нейтрализаторами, газовой аппаратурой и т. д.

Отечественный автомобиль по сравнению с современными зарубежными аналогами расходует больше топлива: легковой – в среднем на 16%, грузовой – на 12%. Соответственно, у наших машин и выше эмиссия в атмосферу углеводородов, оксидов углерода и азота [2]. То есть от качеств топлива, масла, рабочих жидкостей зависят не только экономические показатели работы автотранспортных средств, но и уровень загрязнения окружающей среды. Например, отечественный этилированный бензин содержит свинца 0,37 г/л, в то время как в Европе этот показатель составляет 0,14 г/л. Нами были проведены расчеты категории опасности автомобильного транспорта на улицах города для

случаев, когда транспорт в качестве топлива использовал этилированный и неэтилированный бензин, а также природный газ (таблица 4).

Таблица 4. Величины категории опасности автомобильного транспорта при использовании неэтилированного бензина и природного газа в летний период

Название улиц и их назначение	Значения КОВ, м ³ /с						КОА, м ³ /с
	СО	Сажа	СН	NO _x	SO ₂	Pb	
Этилированный бензин							
МОЗ (пр. Победы)	5,8·10 ³	3·10 ²	7,4·10 ²	8,8·10 ⁵	2,2·10 ³	1,3·10 ⁷	1,4·10 ⁷
МРЗ (Салмышская)	4·10 ²	20	44	1,7·10 ⁴	1,3·10 ²	5·10 ⁴	6,8·10 ⁴
УМЗГ (Астраханская)	25	-	3,4	2·10 ²	3,5	4,7·10 ²	7·10 ²
Неэтилированный бензин							
МОЗ (пр. Победы)	5,8·10 ³	3·10 ²	7,4·10 ²	8,8·10 ⁵	2,2·10 ³	-	8,9·10 ⁵
МРЗ (Салмышская)	4·10 ²	20	44	1,7·10 ⁴	1,3·10 ²	-	1,8·10 ⁴
УМЗГ (Астраханская)	25	-	3,4	2·10 ²	3,5	-	2,3·10 ²
Природный газ							
МОЗ (пр. Победы)	3,7·10 ²	3·10 ²	7,4·10 ²	3,2·10 ⁵	2,2·10 ³	-	3,3·10 ⁵
МРЗ (Салмышская)	2,1·10 ²	20	44	7,4·10 ³	1,3·10 ²	-	7,8·10 ³
УМЗГ (Астраханская)	12	-	3,4	89	3,5	-	1,1·10 ²

Следовательно, при переходе на неэтилированный бензин для магистральных улиц общегородского значения регулируемого движения КОА уменьшается в 16 раз, для магистральных улиц районного значения в 4 раза и для улиц местного значения в 3 раза. В результате магистральные улицы общегородского значения переходят в разряд источников второй категории опасности ($31,7 \cdot 10^6 > \text{КОА} \geq 31,7 \cdot 10^4$), а приоритетной примесью становится диоксид азота.

Наибольший интерес для наших условий в качестве альтернативного топлива представляет природный газ, значительные запасы которого имеются на территории Оренбургской области. Перевод двигателя на газообразное топливо обеспечивает снижение выбросов оксидов азота примерно в два раза, а также дает некоторое уменьшение концентрации угарного газа [3]. В г. Оренбурге только 8% двигателей легковых автомобилей работают на газе, грузовых – 3% и автобусов – 1,5%. В таблице 4 приведены расчеты КОА при использовании природного газа в качестве топлива. При этом КОА для магистральных улиц общегородского значения уменьшается в 40 раз, для магистральных улиц районного значения в 9 раз и для улиц местного значения в 7 раз.

Но, несмотря на это, магистральные улицы общегородского значения все равно будут относиться к источникам второй категории опасности, а магистральные улицы районного значения – к источникам третьей категории опасности.

Другой путь управления качеством атмосферы включает управление состоянием транспортных потоков на улицах города. Автомобильные дороги являются неотъемлемым элементом современных урбанизированных ландшафтов, создаваемых человеком. Но со стороны автомобильной дороги осуществляется постоянное прямое воздействие на все элементы окружающей среды. В последние тридцать лет дорожная сеть в промышленных городах существенно расширилась и изменилась структура транспортных потоков.

Несоответствие темпов дорожного строительства и интенсивности движения транспорта на улицах г. Оренбурга привело к перегрузке существующих дорог, уменьшению скорости движения автомобилей и длительному простоему транспортных средств на холостом ходу. Это отрицательно сказывается на состоянии воздушной среды в жилой зоне, а значит и на здоровье населения г. Оренбурга. То есть пропускная способность проезжей части улицы является ее важнейшей характеристикой. Она неодинакова для разных участков дороги и зависит от большого числа факторов: дорожных условий (ширины проезжей части, продольных уклонов, радиусов кривизны в плане, расстояний видимости и др.), состава потока, наличия средств регулирования, погодных условий, конструктивных особенностей автомобилей. Изменение даже одного из этих факторов может привести к существенным колебаниям пропускной способности дороги [4].

Любая дорога может работать при различных нагрузках движения, из которых предельной является интенсивность, соответствующая пропускной способности дороги в данных сложившихся условиях. Одной из важнейших характеристик состояния транспортного потока является коэффициент загрузки движения (Z), под которым понимают отношение интенсивности движения АТС (N) к пропускной способности (P) данного участка (или элемента) дороги, т. е.

$$Z = N / P. \quad (1)$$

Нами был рассчитан коэффициент загрузки движения для магистральных улиц общегородского значения регулируемого движения и районного значения в различное время года и время суток. Для характеристики состояния транспортно-

го потока использовали его нормативные характеристики (таблица 5). На этих улицах наблюдается максимальная интенсивность движения автомобилей ($N > 850$ авт/час). Расчеты для улиц пр. Победы и Ленинская представлены в таблицах 6 и 7, причем пропускную способность дорог рассчитывали согласно СНиП 2.07.01-89*.

Таблица 5. Характеристика состояния транспортного потока на дороге

Величины показателя	Состояния транспортного потока на дороге
$Z \geq 1$	затор (пробка)
$0,8 < Z < 1$	плотный поток, движение с остановками
$0,6 < Z < 0,8$	высокая загруженность движением, ограниченные обгоны
$0,4 < Z < 0,6$	нормальный поток
$0,2 < Z < 0,4$	свободное движение

Таблица 6. Коэффициенты загрузки движения для магистральных улиц разного значения в различные сезоны года и разное время суток

Название улиц	Значения коэффициента загрузки движения в различные сезоны и разное время суток											
	зима			весна			лето			осень		
	Z _в	Z _д	Z _в	Z _в	Z _д	Z _в	Z _в	Z _д	Z _в	Z _д	Z _в	Z _д
пр-т. Победы	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6	0,8	0,5	0,6	0,8	0,5	0,6	0,8
ул. Ленинская	0,7	0,6	0,6	0,6	0,8	0,5	0,6	0,9	0,6	0,5	0,9	0,6

Таким образом, на магистральных улицах общегородского значения регулируемого движения в утреннее и ночное время коэффициент загрузки движения лежит в пределах $0,4 < Z < 0,6$, то есть состояние автотранспортного потока можно охарактеризовать как нормальное. Но в дневное и вечернее время, когда на дорогах наблюдается максимальная интенсивность движения, коэффициент загрузки движения повышается до 0,8 и более. Следовательно, наблюдается высокая загруженность движения, возникают ограничения в обгонах и могут наблюдаться пробки. Для улиц местного значения, расположенных в центральной части города (улицы Ленинская, 8-го Марта, Постникова), средний коэффициент загрузки движения лежит в пределах $0,6 < Z < 0,8$, то есть состояние транспортного потока здесь всегда характеризуется высокой загруженностью движения. Для потока характерны частые остановки, начало движения и т. д. Максимальная интенсивность движения на улицах местного значения наблюдается в дневное время, а коэффициент загрузки движения поднимается до единицы и выше.

Значения коэффициента загрузки для магистральных улиц общегородского значения по сезонам

года изменяются незначительно (таблица 7). Для улиц местного значения, расположенных в центральной части города, максимальные значения коэффициента загрузки наблюдаются летом и осенью.

Таблица 7. Значения коэффициента загрузки движения для магистральных улиц разного значения по сезонам

Название улиц	Средняя и максимальная величина коэффициента загрузки движения для разных сезонов года							
	зима		весна		лето		осень	
	Z _{ср}	Z _{max}	Z _{ср}	Z _{max}	Z _{ср}	Z _{max}	Z _{ср}	Z _{max}
пр-т. Победы	0,4	0,7	0,5	0,8	0,5	0,8	0,5	0,8
ул. Ленинская	0,6	0,7	0,7	0,8	0,7	0,9	0,6	0,9

Известно, что объем примесей, загрязняющих атмосферу, находится в прямой зависимости от расхода топлива автотранспортными средствами, который в свою очередь зависит от скорости движения автомобиля, смены скоростей, торможения, включения и выключения двигателя, а также дорожных условий: уклонов, поворотов, перекрестков. Минимальный расход топлива наблюдается при движении грузовых автомобилей со скоростью около 60 км/ч и легковых при скорости 60-80 км/ч. Снижение скорости до минимальной увеличивает расход топлива в 3-4 раза. При этом пропорционально увеличиваются выбросы вредных веществ. При заторах потребление горючего и выброс вредных веществ растет еще больше [5].

В дополнение к этому на улицах г. Оренбурга ощущается также острый дефицит мест для парковки автомобилей. Особенно в центральной части города, где находятся многочисленные офисы, банки, Центральный рынок (на ул. Володарского, ул. 8-го Марта, Богдана Хмельницкого и т. д.). В результате машины паркуются на дороге, затрудняя движение транспорта и образуя постоянные пробки. Нами был рассчитан коэффициент загрузки движения для магистральной улицы общегородского значения (ул. Володарского). При расчетах исходили из того, что для движения автотранспорта остается лишь по одной полосе в каждом направлении. Данные представлены в таблице 8.

Таблица 8. Коэффициенты загрузки движения для магистральной улицы общегородского значения в зависимости от количества полос движения

Количество полос движения	Значения коэффициента загрузки движения в разное время суток		
	Z _у	Z _д	Z _в
2	0,9	>1	0,9
4	0,5	0,7	0,5

Как видно из данных таблицы 8, когда для движения используются все четыре полосы, коэффициент загрузки движения (в утреннее и вечернее время) лежит в пределах $0,4 < Z < 0,6$, то есть состояние автотранспортного потока можно охарактеризовать как нормальное. Но, несмотря на это, в дневное время коэффициент загрузки движения может повышаться до 0,8. При наличии двух полос движения коэффициент загрузки в утреннее и вечернее время поднимается до 0,9, то есть наблюдается плотный поток и движение с остановками. В дневное время коэффициент загрузки движения становится даже больше единицы, поэтому на дороге наблюдаются постоянные заторы. Следовательно, состояние транспортного потока на улице является его значимой экологической характеристикой, а управленцам следует отдавать себе отчет в том, что даже в случае соответствия всего транспорта требованиям нормативно-технической документации на выбросы вредных веществ с ОГ, содержание вредных веществ в атмосферном воздухе зон, прилегающих к транспортным магистралям, может значительно превышать предельно допустимые концентрации, что связано с высокой интенсивностью движения.

Таким образом, разгрузка перегруженных участков автомобильных дорог и переход автотранспорта на оптимальные скорости движения позволят сократить расход горючего и эмиссию вредных веществ в атмосферный воздух города Оренбурга на 50-60%.

Следующий путь управления выбросами от автотранспорта включает обустройство улиц в промышленном городе.

При обустройстве новых и реконструкции старых улиц и дорог автомобильный транспорт следует считать в качестве основного источника выбросов примесей в атмосферный воздух. При этом должны учитываться характеристики движения автомобилей и условия рассеивания примесей в атмосферном воздухе промышленного города.

Нами проведено определение оптимальных параметров улицы (высота застройки, ширина дороги и минимальное расстояние от проезжей части до линии застройки) для разных условий формирования и рассеивания пыли в атмосфере. Для этого в модель «автомобиль – дорога» были введены следующие ограничения:

1. Проезжая часть улицы (дорога) из-за высоких концентраций примесей в атмосферном воздухе принята в качестве промышленной зоны (ПЗ), предельно допустимая концентрация пыли в которой составляет 1 мг/м^3 ($\text{SiO}_2 > 70\%$).

2. К промышленной зоне обязательно должна прилегать санитарно-защитная зона (СЗЗ), то есть территория, на которой не должно быть жилой застройки и лечебно-профилактических учреждений.

3. За СЗЗ может располагаться линия застройки (рисунок 1, 2), концентрация пыли за которой не должна превышать максимально разовую ПДК, ($C^m \leq 0,5 \text{ мг/м}^3$).

Высота приземного слоя атмосферы промышленной зоны, в которой распределяется примесь, должна определяться через условие $C_h = \text{ПДК}_{\text{пз}} = 1,0 \text{ мг/м}^3$ и для магистральных улиц должна составлять 8-10 м. Границы промышленной зоны (L_1) определяются из условия $C_{L_1} = \text{ПДК}_{\text{пз}} = 1 \text{ мг/м}^3$, а границы санитарно-защитной зоны (L_2) определяются из условия $C_{L_2} = \text{ПДК}_{\text{мр}} = 0,5 \text{ мг/м}^3$. В условиях штиля ($v = 0-3 \text{ м/с}$, вероятность события 45%) границы промышленной зоны для магистральных улиц общегородского значения по отношению к дороге увеличиваются на 20 м с каждой стороны. Границы санитарно-защитной зоны увеличатся уже на 50 м с каждой стороны. Для улиц местного значения с разным покрытием дороги границы промышленной зоны составят 20-30 м, а границы санитарно-защитной зоны долж-

ны колебаться в пределах 40-100 м, но их сложно определять из-за того, что жилая застройка на этих улицах находится в основном на расстоянии до 10-20 м от полотна дороги. Величины экологически приемлемых параметров улиц приведены в таблице 9.

Таблица 9. Влияние назначения дорог на экологически приемлемые параметры улиц

Назначение дороги	Интенсивность движения, авт/час	Экологически приемлемые параметры улиц, м				Общая, м ($L_{\text{общ}}$)
		высота	ширина			
			дороги (L_0)	ПЗ (L_1)	СЗЗ (L_2)	
МОЗ	1800±700	10	10-30	40	80-100	120-140
МРЗ	200±100	10	10-20	20-30	60-80	80-100
УМЗА	30±40	10	6	20	40	60
УМЗГ	25±35	10	6	50	50-100	100-120

Для направленного воздушного потока ($v > 5 \text{ м/с}$, вероятность события 27%) границы промышленной зоны для магистральных улиц общегородского значения при интенсивном пылеобразовании могут расширяться до 50-60 м, а границы санитарно-защитной зоны до 100 м.

Таким образом, жилая застройка, удаленная на расстояние до 50 метров от полотна дороги, нахо-



Рисунок 1. Продольный профиль улицы с магистральной дорогой общегородского значения

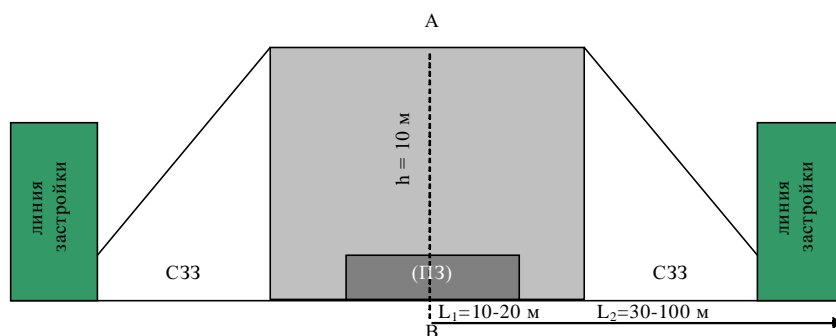


Рисунок 2. Поперечный профиль улицы с магистральной дорогой общегородского значения

дится в зоне повышенного риска для ее жителей, так как здесь наблюдается превышение ПДК по пыли, оксидам азота, серы, углерода. Поэтому при проектировании, строительстве и эксплуатации автомобильных дорог необходимо учитывать следующие факты:

– во-первых, строительство жилых зданий должно осуществляться с удалением от транспортных магистралей на расстояния, при которых соблюдаются санитарные нормы по воздуху. Причем граница санитарно-защитной зоны определяется расстоянием от кромки проезжей части до точки, в которой концентрация вредных веществ равна ПДК. В соответствии с проведенными расчетами и учетом поправки на розу ветров размер санитарно-защитной зоны для магистральных улиц должен составлять 100 м, а для улиц местного значения колебаться в пределах 40-100 м. Зону экологического неблагополучия недопустимо использовать под посевы, посадки овощных, зерновых, плодовых и других культур, используемых в питании человеком или животными. Также вследствие опасных последствий для человека недопустимо в этой зоне размещение жилых зданий, игровых площадок и летних кафе;

– во-вторых, в планировочных решениях городской застройки должен производиться учет мест размещения зеленых насаждений, способствующих снижению загрязнения атмосферного воздуха. По исследованиям биологов хорошие результаты по снижению уровня загрязнения может дать посадка пород деревьев, устойчивых к отработавшим газам транспортных средств. Наиболее подходящими для крупных городов сортами деревьев, которые можно высаживать вдоль автомагистралей, являются культурные формы хвойных деревьев и тополь. Для защиты жилых домов от пыли и выхлопных газов могут использоваться вьющиеся растения. Зеленые насаждения производят кислород, очищают атмосферу от углекислого газа, влияют на микроклимат, а также снижают концен-

трацию токсичных газов. Однако лиственные деревья могут выполнять свою защитную функцию только до листопада.

Используя критерий качества атмосферы, мы провели оценку каждого из предложенных мероприятий. По его величине мы можем судить об улучшении экологического состояния атмосферы на данной территории (таблица 10).

Таблица 10. Значения критерия качества атмосферы для разных районов города при использовании различных природоохранных мероприятий. Скорость ветра – 0-3 м/с

Мероприятие	Название районов	Объем загрязненного воздуха, м ³	Значения КОУ, м ³ /с	Величина критерия качества атмосферы	Характеристика экологического состояния территории
Использование в качестве топлива природный газ	Город	3,3·10 ¹⁰	5,9·10 ⁸	2,2	Критическая
	Центр	2,8·10 ⁸	7,6·10 ⁷	128	ЗЭБ
	Северный поселок	6,8·10 ⁸	1,7·10 ⁷	9	ЗЭБ
Управление обустроенностью улиц и дорог	Город	3,3·10 ¹⁰	2,9·10 ⁸	1	Напряженная
	Центр	2,8·10 ⁸	4,6·10 ⁷	77	ЗЭБ
	Северный поселок	6,8·10 ⁸	9,2·10 ⁶	5	ЧЭС
Совместный комплекс	Город	3,3·10 ¹⁰	1,3·10 ⁸	0,5	Напряженная
	Центр	2,8·10 ⁸	2,2·10 ⁷	37	ЗЭБ
	Северный поселок	6,8·10 ⁸	5,7·10 ⁶	3	Критическая

Проведенные расчеты показывают, что использование совместного комплекса мероприятий позволит снизить критерий качества атмосферы на территории города до 4 раз и повысить качество атмосферного воздуха до условно чистого.

На основании полученных данных можно утверждать, что многократного повышения качества воздушной среды на улицах промышленного города можно достичь несколькими путями: улучшением технического состояния автотранспортных средств (до 3 раз), переходом на другие виды топлива (природный газ – до 40 раз), изменением параметров автодорог (до 40-50 раз) и управлением параметрами улицы (до 3 раз).

Список использованной литературы:

1. Борисова Л.Б., Старокожева Е.А. Оценка качества атмосферы территориально-производственных комплексов // Экология и промышленность России. – 2001. - №1. – С. 23-26.
2. Не навреди // Автомобильные дороги. – 2000. – №3. – С. 4-5.
3. Павлова Е.И., Буралев Ю.В. Экология транспорта. – М.: Транспорт, 1998. – 232 с.
4. Гельфер Г.А. Строительство и эксплуатация городских дорог. – М.: Стройиздат, 1977. – 144 с.
5. Киселева Л. Природосберегающая функция реконструкции МКАД // Автомобильный транспорт. – 1997. – №1. – С. 33-35.
6. Чекмарева О.В. Комплексная оценка качества атмосферы улиц промышленного города //Цыцур А.А. и др. Транспортно-дорожный комплекс и его влияние на экологическую обстановку города Оренбурга. – Оренбург: Изд-во ОГУ, 2002. – С. 40-87.