

УДК 504.6 (076.5)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА УЧАСТКЕ УЛИЦЫ ДЗЕРЖИНСКОГО Г. КЕМЕРОВА

А.Е. Сорокина, М.Е. Глебов, студенты гр. ОПс-111, V курс
Научный руководитель: Г.Л. Евменова, к.т.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева,
Г. Кемерово

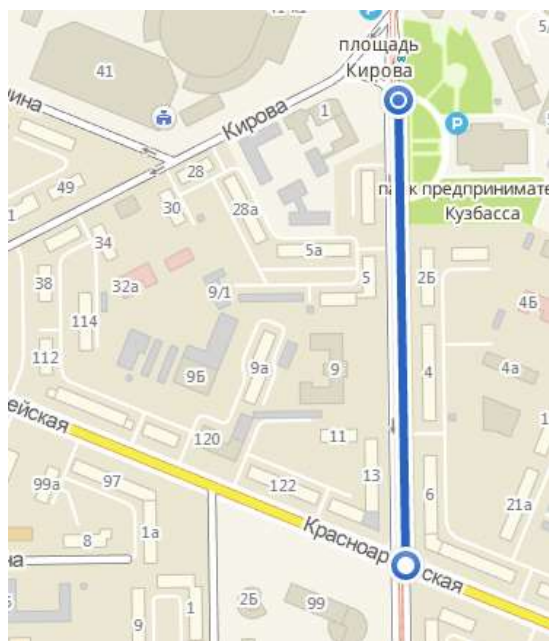
Город Кемерово расположен в зоне повышенного загрязнения атмосферы. Исторически сложившееся котловинное положение города с открытым выходом только на северо-запад при господствующих юго-западных ветрах, при повторяемости слабых ветров 20–40 % и приземных инверсий 30–45 % определяет повышенный потенциал загрязнения атмосферы [1].

Известно [2, 3], что автотранспорт выбрасывает в воздушную среду более 200 компонентов, среди которых угарный газ, углекислый газ, окислы азота и серы, альдегиды, свинец, кадмий и канцерогенная группа углеводородов (бенз(а)пирен). При этом наибольшее количество токсичных веществ выбрасывается автотранспортом в воздух на малом ходу, на перекрестках, остановках перед светофорами. Так, на небольшой скорости бензиновый двигатель выбрасывает в атмосферу 0,05 % углеводородов (от общего выброса), а на малом ходу – 0,98 %, оксида углерода соответственно – 5,1 % и 13,8 %. Подсчитано, что среднегодовой пробег каждого автомобиля 15 тыс. км. В среднем за это время он обедняет атмосферу на 4350 кг кислорода и обогащает ее на 3250 кг углекислого газа, 530 кг оксида углерода, 93 кг углеводородов и 7 кг оксидов азота [2].

Целью нашей работы является определение количества антропогенных загрязнений, попадающих в окружающую среду в результате работы автотранспорта на заданном участке автомобильной дороги. На рис.1 представлен участок дороги ул. Дзержинского протяженностью 480 м (от пересечения с ул. Красноармейской до пересечения с ул. Кирова). Наблюдения проводились в два этапа. Первый – 16.02.2016 с 14 часов 40 минут до 15 часов 40 минут и сопровождался следующими погодными условиями: солнечно; температура воздуха –13 °С; ветер северный 2 м/с; влажность 83%.

Второй этап наблюдений – 26.02.2016 с 15 ч. 40 мин. до 16 ч. 40 мин., сопровождался следующими погодными условиями: солнечно; температура воздуха –8 °С; ветер северный 4 м/с; влажность 70 %.

В заданный промежуток времени было подсчитано количество единиц автотранспорта, проехавших по исследуемому участку улицы. Ширина дорожного полотна 12,5 м. Тип улицы: магистральная, с многоэтажной застройкой



кой с двух сторон. На участке дороги имеется: 2 светофора (по одному на каждой стороне дороги), 4 пешеходных перехода и 2 остановки городского транспорта.

Интенсивность движения автотранспорта определяется по методике, представленной В. А. Вронским [1] методом подсчета автомобилей N_i (шт) разных типов в течение одного часа наблюдения. Все данные представлены в табл. 1.

Рис.1. Исследуемый участок дороги

Таблица 1

Результаты наблюдений

Дата наблюдения	Время, t , мин	Тип автомобиля	Число единиц, N_i , шт	Количество машин, %
16.02.2016 13:40-14:40	60	Легковой	1128	90,17
	60	Автобус	60	4,79
	60	Легковой грузовой	63	5,04
	Всего автомобилей:		1251	100,00
26.02.2016 14:40-15:40	60	Легковой	1254	92,68
	60	Автобус	51	3,77
	60	Легковой грузовой	39	2,88
	60	Тяжелый грузовой	9	0,67
	Всего автомобилей:		1353	100,00

Результаты наблюдений, представлены на рис. 2.

Загрязнение атмосферного воздуха отработанными газами автомобилей удобно оценивать по концентрации оксида углерода, K_{CO} , мг/м³ [1]:

$$K_{CO} = (0,5 + 0,01N K_T) K_A K_Y K_C K_B K_{II},$$

где 0,5 – фоновое загрязнение атмосферного воздуха нетранспортного происхождения, мг/м³; N – суммарная интенсивность движения автомобилей на городской дороге, автомобилей/час; K_A – коэффициент, учитывающий аэрацию местности, $K_A = 1,0$, т. к. улица имеет многоэтажную застройку с двух сторон; K_Y – коэффициент, учитывающий изменение загрязнения атмосферного воздуха оксидом углерода в зависимости от величины продольного уклона, $K_Y = 1,0$, т. к. участок дороги не имеет уклона; K_C – коэффициент, учитывающий изменения концентрации оксида углерода в зависимости от скорости ветра; K_B – то же в зависимости от относительной влажности воздуха; K_{II} – коэффициент увеличения загрязнения атмосферного воздуха оксидом углерода у пе-

ресечений, $K_{\Pi} = 2,4$; K_T – коэффициент токсичности автомобилей по выбросам в атмосферный воздух оксида углерода.

$$K_T = \sum P_i K_{Ti},$$

где P_i – состав автотранспорта в долях единицы; K_{Ti} – определяется согласно данным источника [2]. В первом случае K_{Ti} для легковых равен 1,0; для автобусов – 3,7; для легковых грузовых – 2,3.

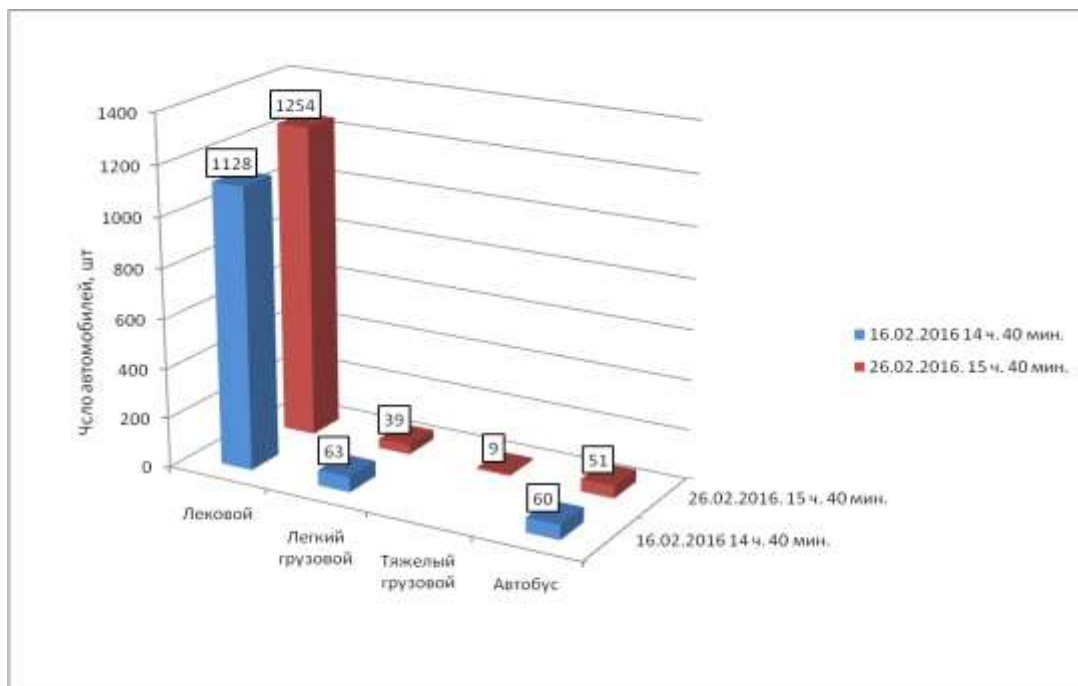


Рис. 2. Результаты наблюдения за движением на участке ул. Дзержинского, г. Кемерово

$$K_T = (0,90 \cdot 1,0) + (0,05 \cdot 3,7) + (0,05 \cdot 2,3) = 1,2.$$

$$K_{CO} = (0,5 + 0,01 \cdot 1251 \cdot 1,2) \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,0 \cdot 1,195 \cdot 2,4 = 88,98 \text{ мг/м}^3.$$

ПДК выбросов отработанными газами автотранспорта по оксиду углерода равно 5 мг/м^3 [2], рассчитанное значение K_{CO} превышает ПДК в 17,796 раз. Во втором случае K_{Ti} для легковых равен 1,0; для автобусов – 3,7; для легковых грузовых – 2,3; для тяжелых грузовых – 0,2.

$$K_T = (0,03 \cdot 2,3) + (0,01 \cdot 0,2) + (0,04 \cdot 3,7) + (0,93 \cdot 1,0) = 1,149.$$

$$K_{CO} = (0,5 + 0,01 \cdot 1353 \cdot 1,149) \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 2,4 = 46,21 \text{ мг/м}^3$$

Согласно расчетам уровень загрязнения превысил ПДК в 9,242 раза. Такие данные свидетельствуют о сильной загрязнённости атмосферного воздуха на исследуемой территории диоксидом углерода.

Количество топлива (Q_j , л) разного вида, сжигаемого двигателями автомашин определяли расчетным путем с учетом того что $\frac{2}{3}$ легковых автомобилей в качестве топлива используют бензин и $\frac{1}{3}$ – дизельное топливо [2].

$$Q_j = L_j \cdot Y_j,$$

где L_j , км – общий путь, Y_j , л – расход топлива на 1 км, величины которого для каждого вида транспорта даны в [2].

Расчётные значения расхода топлива заносим в табл. 2.

Таблица 2

Расчетное количество топлива сжигаемого двигателями автомашин

Период	Тип автомобиля	Общий путь, L_j	Количество топлива, Q_j , л	
			Бензин	Дизельное топливо
1	Легковой	0,480	23,400	39,758
	Автобус	0,480	3,802	8,266
	Легковой грузовой	0,480	5,141	-
	Всего:		32,343	48,024
	Итого:		80,367	
Период	Тип автомобиля	Общий путь, L_j	Количество топлива, Q_j , л	
			Бензин	Дизельное топливо
2	Легковой	0,480	26,083	44,141
	Автобус	0,480	3,350	6,691
	Легковой грузовой	0,480	1,872	-
	Тяжелый грузовой	0,480	1,469	-
	Всего:		32,984	50,832
	Итого:		83,816	

Объем выделившихся вредных веществ (V , л) при нормальных условиях по каждому виду топлива по рассчитываем формуле:

$$V = K \cdot Q,$$

где K - значения эмпирических коэффициентов, определяющих выброс вредных веществ от автотранспорта в зависимости от вида горючего.

Результаты, полученные при расчёте объёмов выброса, представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты расчетов объёмов выброса вредных веществ

Период	Вид топлива	ΣQ , л	Количество вредных веществ, л	
			Углеводороды, C_6H_6	Диоксид азота, NO_2
1	Бензин	32,343	3,234	1,294
	Дизельное топливо	48,024	1,441	1,921
	Итого:	80,367	4,675	3,215
Период	Вид топлива	ΣQ , л	Количество вредных веществ, л	
			Углеводороды, C_6H_6	Диоксид азота, NO_2
2	Бензин	32,984	3,298	1,319
	Дизельное топливо	50,832	1,525	2,033
	Итого:	83,816	4,823	3,352

Массу выделившихся вредных веществ (m , г) рассчитывали по формуле:

$$m = \frac{V \cdot M}{22,4},$$

где M – молекулярная масса, V – объём выделившихся вредных веществ, л.

Количество чистого воздуха, необходимое для разбавления выделившихся вредных веществ с целью обеспечения санитарно-допустимых условий окружающей среды рассчитывали по формуле:

$$V = \frac{m \cdot 1000}{ПДК},$$

где m – масса вредных веществ, г, $ПДК$ – предельно допустимая концентрация вредных веществ, мг/м³. Результаты расчетов представлены в табл. 4.

Таблица 4

Период	Вид вредного вещества	Объем, л	Масса, г	Объем воздуха для разбавления, м ³	Значение ПДК _{с.с.} , мг/м ³
1	Углеводороды	4,675	16,299	10866	0,01
	Диоксид азота	3,215	6,602	77610,588	0,04
Период	Вид вредного вещества	Объем, л	Масса, г	Объем воздуха для разбавления, м ³	*Значение ПДК _{с.с.} , мг/м ³
2	Углеводороды	4,823	16,816	11210,667	0,01
	Диоксид азота	3,352	6,884	80988,235	0,04

Таким образом, в ходе работы установлено, что уровень загрязнения атмосферного воздуха оксидом углерода, диоксидом азота, углеводородами многократно превышен по сравнению со значения ПДК этих загрязняющих атмосферу веществ. Учитывая близость к автомагистрали жилых и общественных зданий, район можно отнести к экологически грязным.

Список литературы:

1. Кемеровский городской совет народных депутатов [Электронный ресурс]: Анализ и оценка экологической ситуации в городе Кемерово – Режим доступа:

http://kemgorsovet.ru/pravovyie-aktyi/zasedaniya-gorodskogo-soveta/arxiv/2007/archive_2007_995/archive_2007_996/archive_2007_997/archive_2007_1007.html

2. Воронский, В.А. Прикладная экология / В.А. Воронский. – Ростов-на-Дону: Феникс, 1996. – 384 с

3. Учебные материалы [Электронный ресурс]: Оценка влияния автотранспорта на состояние окружающей среды улицы Киевской г. Симферополя – Режим доступа:

<http://works.doklad.ru/view/Lwl4c81QTvo/6.html>