

**Расчет уровня загрязнения воздуха выхлопными газами автомобилей в
г.Красноярск**

*Трофимов Антон Аркадьевич
Сибирский Федеральный Университет
студент*

*Лубягина Юлия Вячеславовна
Сибирский Федеральный Университет
студент*

*Попова Мария Николаевна
Сибирский Федеральный Университет
студент*

*Прасолова Мария Дмитриевна
Сибирский Федеральный Университет
студент*

*Илюхин Никита Александрович
Сибирский Федеральный Университет
студент*

Аннотация

В статье производится расчет уровня загрязнения воздуха автомобильными выбросами на учебной площадке №3 Сибирского Федеральноо Университета.

Ключевые слова: загрязнение, оксид азота, оксид углерода, ПДК, рассеивание выбросов,

Calculation of level of air pollution by exhaust gases cars to Krasnoyarsk

*Trofimov Anton Arkadyevich
Siberian Federal University
student*

*Lubyagina Yulia Vyacheslavovna
Siberian Federal University
student*

*Popova Maria Nikolaevna
Siberian Federal University
student*

Prasolova Maria Dmitriyevna
Siberian Federal University
student

Ilyukhin Nikita Aleksandrovich
Siberian Federal University
Student

Abstract

In article calculation of level of air pollution by automobile emissions on the educational platform No. 3 of the Siberian Federalnoo Universitet is made.

Keywords: pollution, nitrogen oxide, carbon oxide, maximum allowable concentration, dispersion of emissions.

Одним из главных источников загрязнения окружающей среды является автотранспорт. Не так давно, в конце весны 2018-го года, глава города Красноярск, Сергей Еремин, прокомментировал состояние маршрутных автобусов, назвав их ведрами с болтами и коптильнями на колесах. На самом деле так оно и есть, веда одними из основных загрязнителей воздуха являются выхопные газы, богатые оксидами азота (смесь NO и NO₂) и оксидом углерода (CO).

Кроме этих вредных веществ в составе выхлопных газов имеют место такие вещества, как бензопирен, фенол, формальдегид, ксилол, сернистый ангидрид, сероводород и твердые вещества, а так же много других вредных продуктов сгорания.

Для автомобильного транспорта выбросы угарного газа, углеводородов и оксидов азота нормируются в пересчете на оксид углерода CO.

По нижеприведенной методике [1] определяют фактическую концентрацию вредных веществ в атмосфере воздуха на разном удалении от проезжей части. Результаты сравниваются с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) и строится график площадного распределения оксида углерода (CO) (рисунок 1).

На расчет выбросов оказывают влияние вид транспортного средства, а также дорожные условия.

В качестве расчетной информации принимается частота движения различных типов автотранспорта (легковые, грузовые, автобусы) в смешанном потоке, которая определяется путем эмпирических наблюдений.

Мощность выбросов CO (г/м*с) в отработавших газах определяется по формуле:

$$q = 2,06 \cdot 10^{-4} \cdot m \cdot \left[\left(\sum_{k=1}^i G_{ik} \cdot N_{ik} \cdot K_k \right) + \left(\sum_{d=1}^i G_{id} \cdot N_{id} \cdot K_d \right) \right], \quad (1)$$

где $2,06 \cdot 10^{-4}$ – переводной коэффициент к единицам измерения в системе СИ; m – коэффициент дорожных и автотранспортных условий, G_{ik} – средний рабочий расход топлива для данного типа карбюраторных автомобилей, л/км [5]; G_{id} – средний рабочий расход топлива для данного типа дизельных автомобилей, л/км; N_{ik} – частота движения каждого типа бензиновых автомобилей, авт./ч. (табл. 2; табл. 4); N_{id} – частота движения каждого типа дизельных автомобилей, авт./ч.; K_k и K_d – коэффициенты, принимаемые для данного компонента загрязнения для карбюраторных и дизельных типов двигателей.

При определении концентрации вредных веществ, распространяемых по всей территории вблизи проезжей части, пользуются моделью Гауссового распределения примесей.

Концентрация загрязнений атмосферного воздуха окисью углерода ($г/м^3$) вдоль автомобильной дороги определяется по формуле

$$C = \frac{2q}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma \cdot V \cdot \sin \varphi} + F, \quad (2)$$

где σ – величина стандартного отклонения Гауссового рассеивания в вертикальном направлении, принимается по таблице 1, м; V – скорость ветра, определяемый по розе ветров для данной местности в текущий период времени, м/с; φ – угол, составляемый направлением ветра к трассе дороги.

Таблица 1 – Значения стандартного Гауссового отклонения при удалении от кромки проезжей части

Приходящая солнечная радиация	Значения стандартного Гауссового отклонения σ при удалении от кромки проезжей части, в метрах								
	10	20	40	60	80	100	150	200	250
Сильная	2	4	6	8	10	13	19	24	30
Слабая	1	2	4	6	8	10	14	18	22

Пример расчета загрязнения атмосферного воздуха автомобильным транспортом

По результатам практических наблюдений на улицах, прилегающей к территории СФУ были произведены замеры интенсивности движения отдельных типов автотранспорта в час-пик. По полученным данным необходимо определить концентрацию загрязнения атмосферного воздуха углекислым газом на различном расстоянии от автомобильной дороги.

Исходные данные №1

Городская улица – «проспект имени газеты Красноярский Рабочий»

Скорость господствующего ветра – 3 м/с. $K_k = 0.6$ $K_d = 0.14$

Угол направления ветра к оси трассы – 30°. ПДК CO = 3мг/м³

Автомобильная дорога на рассматриваемом участке (рисунок 1) проходит в границах рассматриваемого участка; застройка находится на расстоянии 20 м от оси проезжей части дороги.

Данные по составу транспортного потока представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Состав транспортного потока

Тип автомобилей	Содержание в потоке, %	Интенсивность, авт./час	Средний эксплуатационный расход топлива, л/км
Легковые	40	5400	0,11
Грузовые дизельные	20	600	0,34
Автобусы	5	240	0,37

Средняя арифметическая скорость движения транспортного потока - $V = 45$ км/ч, т. е. коэффициент дорожных и автотранспортных условий - $m = 0,35$

Решение:

1. По формуле (1) определяется удельная эмиссия для оксида углерода:

$$q_{CO} = 2,06 \cdot 10^{-4} \cdot 0,35 \cdot (0,11 \cdot 5400 \cdot 0,6 + 0,34 \cdot 240 \cdot 0,14 + 0,37 \cdot 600 \cdot 0,14) = 0,0282 \text{ г/м} \cdot \text{с}$$

2. По формуле (2) определяется концентрация в зависимости от расстояния от дороги. На расстоянии 20 м от оси проезжей части концентрация загрязнения составит:

для оксида углерода:

$$C_{CO}^{20} = \frac{2 \cdot q}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma \cdot V \cdot \sin \varphi} = \frac{0,056}{\sqrt{2 \cdot 3,14} \cdot 4 \cdot 5 \cdot 0,5} = 0,0022 \text{ г/м}^3$$

Или 2.2 мг/м³

Таким же способом производится расчет концентрации оксида углерода для других расстояний. Их значения отображены в таблице 3.

Таблица 3 - Зависимость концентрации загрязнений от расстояния до проезжей части

Вид выбросов	Концентрация загрязнений в атмосфере на расстоянии (м) от кромки проезжей части дороги, мг/м ³					
	20	40	60	80	100	120
Оксид углерода (CO)	2.20	1.50	1.10	0.80	0.70	0,57
	140	160	180	200		
Оксид углерода (CO)	0.50	0.44	0.40	0.37		

Исходные данные №2

Городская улица – «переулок Вузовский»

Скорость господствующего ветра – 3 м/с. $K_k = 0.6$ $K_d = 0.14$ Угол направления ветра к оси трассы – 30°. ПДК CO=3мг/м³

Автомобильная дорога на рассматриваемом участке проходит в границах рассматриваемого участка; застройка находится на расстоянии 20 м от оси проезжей части дороги.

Данные по составу транспортного потока представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Состав транспортного потока

Тип автомобилей	Содержание в потоке, %	Интенсивность, авт./час	Средний эксплуатационный расход топлива, л/км
Легковые	40	900	0,11

Средняя арифметическая скорость движения транспортного потока - $V = 35$ км/ч, т. е. коэффициент дорожных и автотранспортных условий–

$$m = 0,55$$

Решение:

1. По формуле (1) определяется удельная эмиссия для оксида углерода:

$$q_{CO} = 2,06 \cdot 10^{-4} \cdot 0,55 \cdot (0,11 \cdot 900 \cdot 0,6) = 0,0067 \text{ г/м} \cdot \text{с}$$

2. По формуле (2) определяется концентрация в зависимости от расстояния от дороги. На расстоянии 20 м от оси проезжей части концентрация загрязнения составит:

для оксида углерода:

$$C_{CO}^{20} = \frac{2 \cdot q}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma \cdot V \cdot \sin \varphi} = \frac{2 \cdot 0,0067}{\sqrt{2 \cdot 3,14} \cdot 2 \cdot 5 \cdot 0,5} = 0,0004 \text{ г/м}^3$$

Или 0.4 мг/м³

Таким же способом производится расчет концентрации оксида углерода для других расстояний. Их значения отображены в таблице 5.

Таблица 5 - Зависимость концентрации загрязнений от расстояния до проезжей части

Вид выбросов	Концентрация загрязнений в атмосфере на расстоянии в метрах от кромки проезжей части дороги, мг/м ³					
	20	40	60	80	100	120
Оксид углерода (CO)	0.53	0.36	0.26	0.21	0.16	0,14
	140	160	180	200		
Оксид углерода (CO)	0.11	0.10	0.09	0.08		

ПДК, мг/м ³	Характерный цвет на графике
>3	
1-3	
<1	



Рисунок 1 - График площадного распределения CO (мг/м³)

Вывод: в результате проведенной работы было выяснено, что концентрация оксида углерода в пределах рабочей зоны университета не превышает ПДК.

Библиографический список

1. Методика расчетов выбросов в атмосферу загрязняющих веществ автотранспортом на городских магистралях / Министерство транспорта РФ. М., 1997.
2. ГН 2.1.6.1983-05 Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.
3. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Временные указания по определению фоновых концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе для нормирования выбросов и установления ПДВ (Л.: Гидрометеиздат, 1981).
4. Климат Красноярска Под редакцией канд. геогр. наук Ц. А. Швер и А. С. Герасимовой. Л.: Гидрометеиздат 1982
5. Автотранспортные потоки и окружающая среда: учеб. пособие / под ред. В. Н. Луканина. М.: ИНФРА-М, 1998.