

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

Е.В. Парсаев, П.Н. Малюгин, И.А. Тетерина
ФГБОУ ВО «СибАДИ»,
г. Омск, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Для оценки качества организации дорожного движения по экологическим показателям интерес представляют две методики из пяти действующих на территории РФ нормативных документов, которые учитывают параметры транспортного потока, влияющие на объем выбросов загрязняющих веществ. Таким параметром выступает средняя скорость движения. В реальных условиях на городских магистралях встречаются участки, где транспортный поток осуществляет движение неравномерно (торможение, разгон, остановка), что влечет за собой увеличение количества выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта. При этом данная неравномерность движения во многом обусловлена существующей организацией дорожного движения (ОДД) на отдельных элементах улично-дорожной сети (УДС). Это является основанием разработки методики расчета выбросов загрязняющих веществ для оценки качества ОДД, учитывающей неравномерность движения транспортного потока.

Материалы и методы. В данной работе предлагается в расчетах выбросов загрязняющих веществ от транспортных потоков учитывать среднюю скорость движения на тех участках магистрали, где поток движется стационарно, а на элементах магистрали, где поток нестационарный – учитывать дополнительные выбросы. Дополнительный выброс загрязняющих веществ от транспортного потока следует рассматривать по отдельности, в случаях если автомобили выполняли остановку (присутствуют режимы замедления, холостой ход и разгон), и ситуацию, когда автомобили подвергаются задержке, но не останавливаются (замедление и разгон).

Результаты. Разница в результатах расчетов выбросов оксида углерода по предлагаемой методике и методике ГОСТ составила 57%, а по выбросам оксидов азота 94%.

Обсуждение и заключение. Предложенная методика позволяет производить более точную оценку качества ОДД на участке городской магистрали и ее отдельных элементах по экологическим показателям. Кроме того, предлагаемая методика позволит выполнять расчеты по оценке проектов организации дорожного движения и мероприятий, направленных на снижение вредного воздействия транспортных потоков на окружающую среду примыкающих территорий населенных пунктов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: организация дорожного движения, загрязнение атмосферного воздуха, транспортный поток, методика расчетов, выбросы загрязняющих веществ, автомобильный транспорт, городская магистраль.

© Е.В. Парсаев, П.Н. Малюгин, И.А. Тетерина



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

METHODOLOGY FOR THE CALCULATION OF EMISSIONS FOR NON-STATIONARY TRANSPORT FLOW

E.V. Parsaev, P.N. Malyugin, I.A. Teterina
Siberian State Automobile and Highway University,
Omsk, Russia

ABSTRACT

Introduction. Two methods among five in regulatory documents of the Russian Federation can be interested for assessing the quality of traffic management by environmental indicators. Only such methods take into account the parameters of the traffic flow that affect the volume of emissions. The parameter influencing the results of calculations in both methods is an average motion speed. Moreover, there are areas on urban highways, where traffic moves unevenly (braking, dispersal, stopping). Therefore, such factor entails an increase in the volume of emissions from vehicles. At the same time, this uneven movement is largely due to the existing organization of traffic (TO) on certain elements of the street-road network (SRN). Accordingly, the method for calculating pollutant emissions to assess the quality of TO, which take into account the unevenness of traffic flow, should be developed.

Materials and methods. The paper proposes to take into account the average speed of traffic in those parts, where the traffic flow moves stationary, and on the elements of the main traffic line, where the traffic flow is non-stationary, and to take into account additional emissions. Moreover, the additional emission from the traffic flow should be considered separately in the following cases: if the cars stop (there are deceleration modes, idling and acceleration) and in the situation, when cars decrease their speed (slowdown and acceleration).

Results. As a result, the difference between calculations of carbon monoxide emissions by the proposed method and by the GOST methodology is 57%, and for emissions of nitrogen oxides is 94%.

Discussion and conclusion. The proposed methodology allows accurately assessing the quality of the TO on the section of the urban highway and its individual elements on environmental indicators. In addition, the proposed methodology would allow carrying out calculations for the evaluation of road traffic projects and activities, which aim to reduce the harmful impact of traffic on the environment of the highway areas.

KEYWORDS: traffic management, air pollution, traffic flow, calculation methodology, emissions, road transport, urban highway.

© E.V. Parsaev, P.N. Malyugin, I.A. Teterina



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 25 декабря 2015 г. №1440 «Об утверждении требований к программам комплексного развития транспортной инфраструктуры поселений, городских округов» программа комплексного развития транспортной инфраструктуры города должна включать: оценку уровня негативного воздействия транспортной инфраструктуры на окружающую среду, безопасность и здоровье населения; мероприятия по снижению негативного воздействия транспорта на окружающую среду и здоровье населения. Кроме того, согласно Приказа Министерства транспорта РФ от 17 марта 2015 г. №43 «Об утверждении Правил подготовки проектов и схем организации дорожного движения» разработанные мероприятия по организации дорожного движения (ОДД) должны представлять собой целостную систему технически, экономически и экологически обоснованных мер организационного характера, а одной из задач разработки проектной документации по ОДД является снижение негативного воздействия от автомобильного транспорта на окружающую среду. При этом, по данным¹ [1, 2], наиболее вредное воздействие со стороны транспортной инфраструктуры в крупных городах приходится на загрязнение атмосферного воздуха автомобильным транспортом. Поэтому для решения выше указанных задач необходима методика, позволяющая выполнять не только экологическую оценку качества существующей организации движения, но и производить расчеты для анализа различных вариантов проектных решений на элементах улично-дорожной сети (УДС) населенных пунктов.

Известно два вида методов, оценивающих уровень загрязнения атмосферного воздуха транспортными потоками: методы, оценивающие концентрацию загрязняющих веществ

в примагистральной территории [1,3,4,5], и методы, оценивающие величину выбросов загрязняющих веществ автомобильным транспортом^{2, 3} [1,2,6,7,8,9]. Методы первого вида ориентированы на оценку качества атмосферного воздуха, в котором могут присутствовать загрязняющие вещества не только от отработавших газов автотранспорта, но и выбросы от стационарных источников [10], поэтому применение их для оценки качества ОДД на элементах УДС в населенных пунктах ограничено и могут быть использованы при определенных условиях. В результате для экологической оценки качества ОДД больше подходят методы второго вида.

В настоящее время в РФ одновременно имеют юридическую силу пять нормативных документов, регламентирующих выполнение расчетов выбросов загрязняющих веществ автомобильным транспортом, и четыре методики, согласно перечня [11] и ГОСТ Р56162-2014.

При этом методика [6] и ГОСТ Р 56162–2014 практически повторяют друг друга.

Для оценки качества организации дорожного движения по экологическим показателям наибольший интерес представляют методики⁴ [6,7], которые учитывают параметры транспортного потока, влияющие на объем выбросов загрязняющих веществ. Обе методики имеют схожий подход по расчету выбросов загрязняющих веществ от движущегося автотранспорта, важным параметром, влияющим на результаты расчетов, выступает средняя скорость движения.

Но средняя скорость движения может быть применена для косвенной оценки эффективности ОДД. В реальных условиях на городских магистралях встречаются участки, где транспортный поток осуществляет движение неравномерно (торможение, разгон, остановка), что влечет за собой увеличение количества выбросов загрязняющих веществ от автотран-

¹ Кульчицкий А.Р. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей: учебное пособие для высшей школы. 2-е изд., испр. и доп. М.: Академический Проект, 2004. 400 с.

² ГОСТ Р 56162-2014 Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета выбросов от автотранспорта при проведении сводных расчетов для городских населенных пунктов. М., «Стандартинформ», 2014. 10 с.

³ Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология: Учебник для вузов / под ред. В.Н. Луканина. М.: Высш. шк., 2001. 273 с.

⁴ Парсаев Е.В. Влияние применяемых технических средств организации дорожного движения на уровень загрязнения городских магистралей транспортными потоками // Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, инновации. Сборник материалов II Международной научно-практической конференции. Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)». 2017. С. 165 – 168

спорта⁵. При этом данная неравномерность движения во многом обусловлена существующей ОДД на отдельных элементах УДС³.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Вышесказанное послужило основанием для разработки методики расчета выбросов загрязняющих веществ от нестационарных транспортных потоков с учетом их неравномерности. Предметом исследований в этом случае будут зависимости, связывающие количество выбросов загрязняющих веществ от режимов движения транспортных потоков.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Основным источником выбросов загрязняющих веществ в транспортном потоке являются двигатели транспортных средств. Для оценки автомобильных двигателей как источника загрязнения используют показатели, учитывающие химический состав и количество отработавших газов, а также энергетические показатели транспортных средств в конкретных или осредненных условиях эксплуатации [1].

Интенсивность выбросов i -го загрязняющего вещества (ЗВ), выделяемого двигателем в единицу времени (г/ч) зависит от концентрации i -го ЗВ в отработавших газах C_i и объемного выброса отработавших газов $Q_{ог}$ [1]:

$$G_i = C_i \cdot Q_{ог}, \quad (1)$$

где C_i – концентрация i -го загрязняющего вещества, г/м³; $Q_{ог}$ – объемный расход отработавших газов, м³/ч.

Расчет количества вредных выбросов, выделяемых транспортным потоком по методикам¹ [6,7], производится на основе общепринятого показателя $m_{\Pi i}$ – выброса i -го загрязняющего вещества одним автомобилем на единицу пройденного пути (г/км), который называют пробеговым выбросом [1]:

$$m_{\Pi i} = G_i / V, \quad (2)$$

где V – скорость движения автомобиля, км/ч.

Массовый выброс M_{Li} i -го загрязняющего вещества автомобилями одного типа, число которых равно N , будет в N раз больше:

$$M_{Li} = m_{Li} \cdot N = m_{\Pi i} \cdot l \cdot N, \quad (3)$$

где l – длина участка магистрали, км; m_{Li} – пробеговой выброс загрязняющего вещества одним транспортным средством.

Интенсивность движения транспортного потока λ (авт./ч) определяется отношением числа автомобилей N к интервалу времени T (час): $\lambda = N / T$. Тогда массовый выброс M_{Li} (g) i -го загрязняющего вещества транспортным потоком можно связать с интенсивностью движения и длиной участка:

$$M_{Li} = m_{Li} \cdot \lambda \cdot T = m_{\Pi i} \cdot l \cdot \lambda \cdot T. \quad (4)$$

Обычно в транспортном потоке движутся транспортные средства различного типа. Они оснащены разными двигателями. Для учета типов транспортных средств, движущихся в потоке, применяют известную формулу [2,6,7] в том или ином виде:

$$M_{\Sigma Li} = \sum_{k=1}^n m_{\Pi ik} \cdot l_k \cdot \lambda_k, \quad (5)$$

где $m_{\Pi ik}$ – пробеговой выброс i -го загрязняющего вещества транспортным средством типа k ; n – число типов транспортных средств $k=1, 2, \dots, n$; l_k – длина участка магистрали, проходимого транспортным средством типа k ; λ_k – интенсивность движения транспортных средств типа k на участке магистрали.

В таком виде формула (5) учитывает движение транспортных средств разного типа по различным полосам движения. В действующих методиках применяются разные критерии для разбиения транспортных средств на типы. Подход к расчету выбросов ЗВ, используемый в методах [6,7], справедлив для стационарно-режима движения транспортного потока.

Известно, что движение транспортных средств в городских условиях обычно является нестационарным [1]. Автомобили движутся в режимах разгона и замедления. В режиме разгона увеличиваются выбросы ЗВ, а в режиме замедления – снижаются⁶ [1].

⁵Кульчицкий А.Р. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей: учебное пособие для высшей школы. 2-е изд., испр. и доп. М.: Академический Проект, 2004. 400 с.

⁶Кульчицкий А.Р. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей: учебное пособие для высшей школы. 2-е изд., испр. и доп. М.: Академический Проект, 2004. 400 с.

РАЗДЕЛ II. ТРАНСПОРТ

В данной работе предлагается в расчетах выбросов загрязняющих веществ от транспортных потоков учитывать среднюю скорость движения на тех участках магистрали, где поток движется стационарно, а на элементах магистрали, где поток нестационарный – учитывать дополнительные выбросы. Дополнительный выброс загрязняющих веществ от транспортного потока следует рассматривать по отдельности, в случаях если автомобили выполняли остановку (присутствуют режимы замедления, холостой ход и разгон), и ситуацию, когда автомобили подвергаются задержке, но не останавливаются (замедление и разгон).

Основное влияние как на расход топлива, так и на выбросы токсичных веществ оказывает режим разгона. Для учета влияния интенсивности разгона и замедления на выброс загрязняющих веществ автомобилями предлагается использовать поправочные коэффициенты⁷:

$$k_p = m_{\text{пр}i} / m_{\text{п}i}, \quad (6)$$

где k_p – коэффициент, учитывающий влияние интенсивности разгона на выброс загрязняющих веществ; $m_{\text{пр}i}$ – пробеговый выброс i -го загрязняющего вещества в режиме разгона до скорости V ; $m_{\text{п}i}$ – пробеговый выброс i -го загрязняющего при движении автомобиля со скоростью V ;

$$k_z = m_{\text{пз}i} / m_{\text{п}i}, \quad (7)$$

где k_z – коэффициент, учитывающий влияние интенсивности замедления на выброс загрязняющих веществ; $m_{\text{пз}i}$ – пробеговый выброс i -го загрязняющего вещества в режиме замедления со скорости V до остановки.

В таблице 1 приведены известные значения коэффициентов k_p , k_z для разных режимов движения транспортных средств с бензиновыми и дизельными двигателями по данным работы².

Для учета режимов движения предлагается рассчитывать массовый выброс загрязняющих веществ по формулам (8) и (9):

$$m_{Lpi} = m_{\text{пр}i} \cdot l_p = k_p \cdot m_{\text{п}i} \cdot l_p, \quad (8)$$

$$m_{Lzi} = m_{\text{пз}i} \cdot l_z = k_z \cdot m_{\text{п}i} \cdot l_z. \quad (9)$$

Длину участка магистрали, на которой происходит разгон транспортного средства и торможение, предлагается рассчитывать по формулам:

$$l_p = \frac{V^2}{2 \cdot a}, \quad (10)$$

ТАБЛИЦА 1
ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ РАЗНЫХ ТИПОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ РАЗГОНЕ (k_p)
И ЗАМЕДЛЕНИИ (k_z)²
TABLE 1
THE VALUES OF COEFFICIENTS FOR DIFFERENT TYPES OF VEHICLES WHILE ACCELERATION (k_p)
AND DECELERATION (k_z)²

Разгон (замедление) до v	Тип ТС	k_p				k_z			
		CO	C _x H _y	NO _x	час-тицы	CO	C _x H _y	NO _x	час-тицы
20 км/ч	BM1	13,1	5,2	13,2	–	0,3	0,3	0,1	–
	BM3	16,9	5,6	6,3	–	0,2	0,3	0,04	–
	DM3	1,3	1,5	5,6	18,2	0,2	0,2	0,1	0,22
60 км/ч	BM1	17,8	3,7	6,0	–	0,06	0,05	0,01	–
	BM3	6,5	2,9	0,7	–	0,08	0,16	0,01	–
	DM3	1,3	0,7	1,3	6,2	0,09	0,03	0,01	0,02

Примечание. В – бензиновые; D – дизельные.

⁷ Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология: Учебник для вузов / под ред. В.Н. Луканина. М.: Высш. шк., 2001. 273 с.

где V – установившаяся скорость движения, м/с; a – ускорение, м/с².

$$l_3 = \frac{V^2}{2 \cdot j}, \quad (11)$$

где j – замедление, м/с².

Для выполнения расчетов численное значение ускорения и замедления предлагается принимать исходя из служебных режимов, а не экстренных ($a=1,5$ м/с², $j=2,5$ м/с²) [12].

Дополнительный выброс загрязняющих веществ, связанный с остановкой, присутствует в первую очередь на элементах городских магистралей со светофорным регулированием (например регулируемый пешеходный переход). При этом продолжительность остановки и частота прерывания зависят не только от структуры светофорного цикла регулирования, но и от режима работы светофорного объекта [13,14,15].

Дополнительный выброс i -го загрязняющего вещества (g) одним транспортным средством за время остановки, с учетом формулы (1), можно рассчитывать по формуле

$$d_i = C_i \cdot Q_{ог} \cdot t_{xx}, \quad (12)$$

где t_{xx} – время работы двигателя на холостом ходу, ч.

Условный расход отработавших газов, по данным работы⁸, определяется:

$$Q_{ог} = \frac{i \cdot V_n \cdot n}{30 \cdot \tau}, \quad (13)$$

где i – число цилиндров; V_n – рабочий объем цилиндра, л; n – частота вращения коленчатого вала, об./мин.; τ – тактность двигателя (2 или 4).

Концентрация i -го загрязняющего вещества C_i в отработавших газах зависит от вида топлива и в настоящее время нормируется для транспортных средств по оксиду углерода для бензиновых и по саже для дизельных.

В соответствии с методиками [6,7] дополнительный выброс рассчитывается по формуле

$$d_i = m_{xxi} \cdot t_{xx}, \quad (14)$$

где m_{xxi} – удельный выброс i -го ЗВ при работе двигателя на холостом ходу, г/мин.

Для объективной оценки качества ОДД на участке городской магистрали по экологическим показателям расчеты предлагается проводить по рекомендациям НСМ [16], а именно исключая уровень обслуживания F (level of service (LOS) F), при котором потоки нестабильны либо задержки движения продолжительны [17,18,19,20].

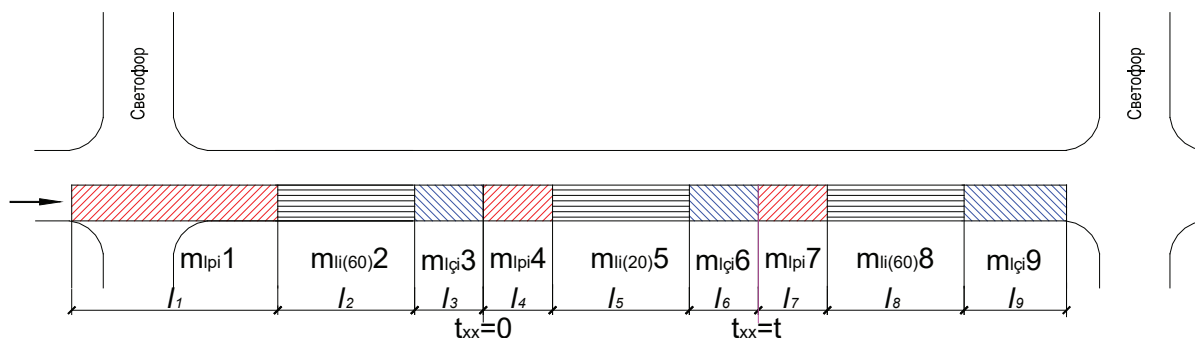


Рисунок 1 – Расчетная схема участка магистрали (сегмента)

Figure 1 – Design scheme of the highway section (segment)

⁸Кульчицкий А.Р. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей: учебное пособие для высшей школы. 2-е изд., испр. и доп. М.: Академический Проект, 2004. 400 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для сопоставления результатов расчетов выбросов загрязняющих веществ от одного легкового автомобиля, движущегося с соблюдением правил дорожного движения⁹ по предлагаемой методике и методике ГОСТ¹⁰, смоделирован участок городской магистрали длиной 1 км, на котором присутствует девять участков, показанных на рисунке 1. Характеристика движения на участках: 1 – режим разгона от стоп-линии до набора постоянной скорости 60 км/ч; 2 – движение с постоянной скоростью 60 км/ч; 3 – замедление до остановки; 4 – разгон до скорости 20 км/ч; 5 – движение с постоянной скоростью 20 км/ч; 6 – замедление до остановки, с продолжительностью остановки 15 с; 7 – разгон до скорости 60 км/ч; 8 – движение с постоянной скоростью 60 км/ч; 9 – замедление до остановки у стоп-линии.

Результаты расчетов выбросов оксида углерода на каждом из участков, учитывающие неравномерность движения, представлены в таблице 2.

Средняя скорость движения при прохождении автомобилем данного участка составила 8,22 м/с (примерно 30 км/ч).

ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Суммарный массовый выброс загрязняющих веществ на смоделированном участке магистрали одним легковым автомобилем для оксида углерода (CO) и оксидов азота (NO_x), рассчитанный по методике ГОСТа [6] и предлагаемой методикой, представлен на рисунке 2. На этом же рисунке даны значения выбросов этих же ЗВ при движении одного легкового автомобиля по эталонному участку (движение с постоянной скоростью 60 км/ч). Разница в

ТАБЛИЦА 2

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ ВЫБРОСОВ ОКСИДА УГЛЕРОДА (CO) ОДНИМ ЛЕГКОВЫМ АВТОМОБИЛЕМ НА УЧАСТКЕ МАГИСТРАЛИ (СЕКМЕНТА) ДЛИНОЙ 1 КМ

TABLE 2

ORIGINAL DATA AND CALCULATION RESULTS OF THE CARBON MONOXIDE EMISSIONS (CO) BY ONE CAR ON THE HIGHWAY SECTION (SEGMENT) WITH 1 KM LENGTH

Параметр	Значения									
	11	15	7	4	36	2	15	11	14	7
T, с	11	15	7	4	36	2	15	11	14	7
t _{хх} , мин.	0	0	0	0	0	0	0,25	0	0	0
m _{ххСО} , г/мин.	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0
a, м/с ²	1,5	0	0	1,5	0	0	0	1,5	0	0
j, м/с ²	0	0	2,5	0	0	2,5	0	0	0	2,5
V, м/с	0	16,67	0	0	5,56	0	0	0	16,67	0
k _з	0	0	0,06	0	0	0,3	0	0	0	0,06
k _р	17,8	0	0	13,1	0	0	0	17,8	0	0
l _з , м	0	0	55,58	0	0	6,18	0	0	0	55,58
l _р , м	92,63	0	0	10,30	0	0	0	92,63	0	0
l, м	0	250	0	0	200	0	0	0	237	0
m _{пэСО} , г/км	0	0	0,063	0	0	1,26	0	0	0	0,063
m _{прСО} , г/км	18,69	0	0	55,02	0	0	0	18,69	0	0
m _{пСО} , г/км	0	1,05	0	0	4,2	0	0	0	1,05	0
Участок	m _{L_{рсо}—1}	m _{L_{со}(60)—2}	m _{L_{зсо}—3}	m _{L_{рсо}—4}	m _{L_{со}(20)—5}	m _{L_{зсо}—6}	d _{со} —	m _{L_{рсо}—7}	m _{L_{со}(60)—8}	m _{L_{зсо}—9}
Выбросы CO, г	1,731	0,263	0,004	0,567	0,840	0,008	0,125	1,731	0,249	0,004

⁹Правила дорожного движения Российской Федерации. М., «Атберг 98», 2018. 64 с.

¹⁰ГОСТ Р 56162-2014 Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета выбросов от автотранспорта при проведении сводных расчетов для городских населенных пунктов. М., «Стандартинформ», 2014. 10 с.

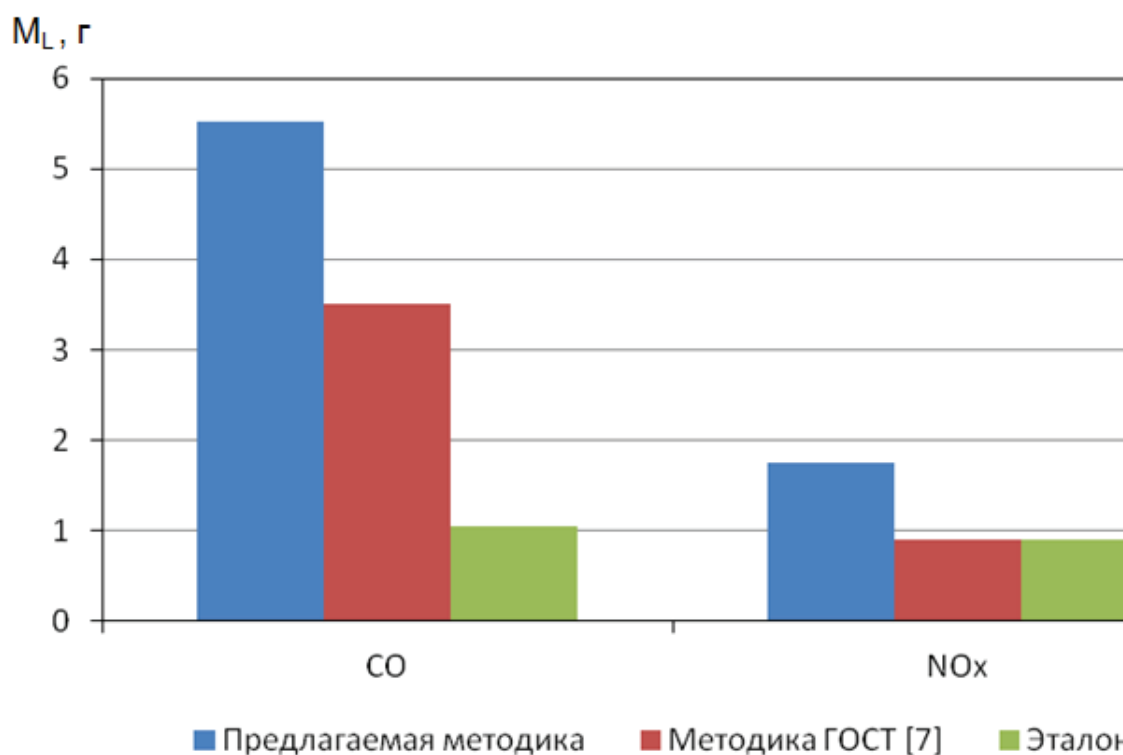


Рисунок 2 – Суммарный массовый выброс загрязняющих веществ одним легковым автомобилем при движении на смоделированном участке магистрали длиной 1 км

Figure 2 – Total mass emission by one car driving on the simulated highway section with 1 km length

результатах расчетов выбросов оксида углерода по предлагаемой методике и методике ГОСТа составила 57%, а по выбросам оксидов азота 94%.

Представленные результаты расчетов выбросов загрязняющих веществ позволяют сделать вывод о том, что учет режимов движения нестационарного транспортного потока помогает производить более точную оценку качества ОДД на участке городской магистрали и ее отдельных элементах по экологическим показателям, чем действующие методики. Кроме того, предлагаемая методика позволит выполнять расчеты по оценке проектов организации дорожного движения¹¹ и мероприятий, направленных на снижение вредного воздействия транспортных потоков на окружающую среду примагистральных территорий населенных пунктов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Экологическая безопасность транспортных потоков / А.Б. Дьяков, Ю.В. Игнатъев, Е.П. Коншин и др.; под ред. А.Б. Дьякова. М.: Транспорт, 1989. 128 с.
2. Донченко В.В., Кунин Ю.И., Рузский А.В., Виженский В. Методы расчета выбросов от автотранспорта и результаты их применения // Журнал автомобильных инженеров. 2014. №3 (86). С. 44 – 51.
3. Zheng, L., Zhu, C., Zhu, N., He, T., Dong, N., Huang, H. Feature selection-based approach for urban short-term travel speed prediction. // IET Intelligent Transport Systems. 2018. 12 (6), pp. 474-484. DOI: 10.1049/iet-its.2017.0059.
4. Волков В.С., Тарасова Е.В. Мониторинг городской окружающей среды с учетом деятельности автомобильного транспорта //

¹¹ Разработка проектов организации дорожного движения на автомобильных дорогах общего пользования местного значения, относящихся к собственности муниципального образования, город Омск, Омской области: отчет о НИР (заключ.): 87-17 / СибАДИ; рук. Е.В. Парсаев; исполн.: Е.В. Парсаев [и др.]. Омск, 2018. 92 с. регистр. № АААА-А17-117120620156-6.

Современные проблемы науки и образования. 2014. №2. С. 20.

5. Кораблев Р.А., Тарасова Е.В., Белокуров В.П., Мещеряков П.В. Расчет концентрации выбросов загрязняющих веществ автомобильным транспортом на территории г. Воронежа // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. 2015. Т. 2. №1. С. 210 – 213.

6. Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов. СПб., НИИ Атмосфера, 2010 г. 15 с.

7. Методика расчетов выбросов в атмосферу загрязняющих веществ автотранспортом на городских магистралях. М, НИИАТ, 1997 г. 54 с.

8. Мармилов А.Ю., Кудрявцев А.Н., Алдошин В.Д., Муравьева Н.А. Экологическая экспертиза определения выбросов вредных веществ в атмосферный воздух от автотранспортных потоков // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. Воронеж: Изд-во Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2016. Том 3. №2. С. 332 – 336. DOI: 10.12737 / 20734.

9. Тарасова Е.В., Волков В.С. Расчет суммарного выброса загрязняющих веществ в зависимости от удаленности от дороги // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. 2014. №1. С. 291 – 293.

10. Сулейманов И.Ф., Бондаренко Е.В., Филиппов А.А., Федотов А.М. Особенности организации движения автомобилей по экологическим критериям // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2017. Том 21. №6. С. 149 – 158. DOI: 10.21285 / 1814-3520-2017-6-149-158.

11. Перечень методик, используемых в 2018 году для расчета, нормирования и контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. СПб, АО «НИИ Охраны атмосферного воздуха» АО «НИИ Атмосфера», 2017. 44 с.

12. Балакин В.Д., Щипан И.В. Реконструкция механизма дорожно-транспортного происшествия со столкновением легковых

автомобилей // Вестник СибАДИ. 2014. №2 (36). С. 7 – 12.

13. Ryabokon Y. The method of determining the number of phases in the traffic light cycle on the allowable intensity of conflicting flows. Transportation research procedure. 2017. 20, pp. 571-577. DOI: 10.1016/j.trpro.2017.01.092.

14. Kashtalinsky A., Petrov V., Ryabokon Y. Method Considering Traffic Stream Variability over Time when Determining Multiprogram Control Modes at Signaled Intersections. 2017. Transportation Research Procedia, 20, pp. 277-282. DOI: 10.1016/j.trpro.2017.01.022.

15. Beaudoin, J., Farzin, Y.H., Lin Lawell, C.-Y.C. Public transit investment and sustainable transportation: A review of studies of transit's impact on traffic congestion and air quality // Research in Transportation Economics. 2015. 52, pp. 15-22. DOI: 10.1016/j.retrec.2015.10.004.

16. Highway Capacity Manual. // TRB, Washington, DC, 2000. – 1134 p.

17. Bourliva A., Kantiranis N., Papadopoulou L., Aidona E., Christophoridis, C., Kollias P., Evgenakis M., Fytianos K. Seasonal and spatial variations of magnetic susceptibility and potentially toxic elements (PTEs) in road dusts of Thessaloniki city, Greece: A one-year monitoring period // Science of the Total Environment. 2018. 639, pp. 417-427. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.05.170.

18. Hao X., Zhang X., Cao X., Shen X., Shi J., Yao Z. Characterization and carcinogenic risk assessment of polycyclic aromatic and nitro-polycyclic aromatic hydrocarbons in exhaust emission from gasoline passenger cars using on-road measurements in Beijing, Chin // Science of the Total Environment. 2018. 645, pp. 347-355. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.07.113.

19. Hatefi S.M. Strategic planning of urban transportation system based on sustainable development dimensions using an integrated SWOT and fuzzy COPRAS approach // Global Journal of Environmental Science and Management. 2018. 4 (1), pp. 99-112. DOI: 10.22034/gjesm.2018.04.01.010.

20. Dimitriou L., Efthymiou D., Antoniou C. Saving lives through faster emergency unit response times: Role of accessibility and environmental factors // Journal of Transportation Engineering Part A: Systems. 2018. 144 (9), статья № 04018053, DOI: 10.1061/JTEPBS.0000169.

REFERENCES

1. D'jakov A.B., Ju.V. Ignat'ev, E.P. Konshin i dr. *Ekologicheskaja bezopasnost' transportnyh potokov* [Ecological safety of traffic flows]. Moscow, Transport, 1989. 128 p. (in Russian)
2. Donchenko V.V., Kunin JU.I., Ruzskij A.V., Vizhenskij V. *Metody rascheta vybrosov ot avtotransporta i rezul'taty ih primenenija* [Methods for calculating emissions from vehicles and the results of their usage]. *Zhurnal avtomobil'nyh inzhenerov*, 2014, no 3 (86), pp. 44 – 51. (in Russian)
3. Zheng L., Zhu, C., Zhu N., He, T., Dong N., Huang, H. Feature selection-based approach for urban short-term travel speed prediction // *IET Intelligent Transport Systems*, 2018, 12 (6), pp. 474-484. DOI: 10.1049/iet-its.2017.0059.
4. Volkov V.S., Tarasova E.V. *Monitoring gorodskoj okruzhajuschej sredy s uchetom dejatel'nosti avtomobil'nogo transporta* [Monitoring of the urban environment taking into account the activities of road transport]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*, 2014, no 2, pp. 20. (in Russian)
5. Korablev R.A., Tarasova E.V., Belokurov V.P., Mescherjakov P.V. *Raschet kontsentratsii vybrosov zagryaznjajuschih veschestv avtomobil'nym transportom na territorii g. Voronezha* [Calculation of the concentration of pollutant emissions in Voronezh]. *Al'ternativnye istochniki `energii v transportno-tehnologicheskom komplekse: problemy i perspektivy ratsional'nogo ispol'zovanija*, 2015, T. 2, no 1, pp. 210 – 213. (in Russian)
6. *Metodika opredeleniya vybrosov avtotransporta dlya provedeniya svodnyh raschetov zagryazneniya atmosfery gorodov* [Method for determining emissions of motor vehicles for carrying out summary calculations of urban atmospheric pollution]. SPb., NII Atmosfera, 2010, 15 p. (in Russian)
7. *Metodika raschetov vybrosov v atmosferu zagryaznjajuschih veschestv avtotransportom na gorodskih magistraljah* [Methodology for calculating emissions of pollutants into the atmosphere by road transport on city highways]. Moscow, NIIAT, 1997, 54 p. (in Russian)
8. Marmilov A.Ju., Kudrjavtsev A.N., Aldoshin V.D., Murav'eva N.A. *Ekologicheskaja `ekspertiza opredelenija vybrosov vrednyh veschestv v atmosferyj vozduh ot avtotransportnyh potokov* [Ecological examination of the determination of emissions of harmful substances into the atmospheric air from traffic flows]. *Al'ternativnye istochniki `energii v transportno-tehnologicheskom komplekse: problemy i perspektivy ratsional'nogo ispol'zovanija*. Voronezh: Izd-vo Voronezhskij gosudarstvennyj lesotekhnicheskij universitet im. G.F. Morozova, 2016, Tom 3, no 2, pp. 332 – 336. DOI: 10.12737 / 20734. (in Russian)
9. Tarasova E.V., Volkov V.S. *Raschet summarnogo vybrosa zagryaznjajuschih veschestv v zavisimosti ot udalennosti ot dorogi* [Calculation of the total emission of pollutants depending on distance from the road]. *Al'ternativnye istochniki `energii v transportno-tehnologicheskom komplekse: problemy i perspektivy ratsional'nogo ispol'zovanija*, 2014, no 1, pp. 291 – 293. (in Russian)
10. Sulejmanov I.F., Bondarenko E.V., Filippov A.A., Fedotov A.M. *Osobennosti organizatsii dvizhenija avtomobilej po `ekologicheskim kriterijam* [Features of the organization of the movement of cars on environmental criteria]. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta*, 2017, Tom 21, no 6, pp. 149 – 158. DOI: 10.21285 / 1814-3520-2017-6-149-158. (in Russian)
11. *Perechen' metodik, ispol'zuemyh v 2018 godu dlja rascheta, normirovanija i kontrolja vybrosov zagryaznjajuschih veschestv v atmosferyj vozduh* [The list of methods used in 2018 to calculate, normalize and control emissions of pollutants into the atmosphere]. SPb, AO «NII Ohrany atmosferyj vozduha» AO «NII Atmosfera», 2017. 44 p. (in Russian)
12. Balakin V.D., Schipan I.V. *Rekonstruktsija mehanizma dorozhno-transportnogo proisshestvija so stolknoveniem legkovykh avtomobilej* [Reconstruction of the mechanism of road and transport incident with the collision of cars]. *Vestnik SibADI*, 2014, no 2 (36), pp. 7 – 12. (in Russian)
13. Ryabokon Y. *The Method of Determining the Number of Phases in the Traffic Light Cycle on the Allowable Intensity of Conflicting Flows*. *Transportation Research Procedia*. 2017. 20, pp. 571-577. DOI: 10.1016/j.trpro.2017.01.092.
14. Kashtalinsky, A., Petrov, V., Ryabokon, Y. *Method Considering Traffic Stream Variability over Time when Determining Multiprogram Control Modes at Signaled Intersections*. 2017. *Transportation Research Procedia*, 20, pp. 277-282. DOI: 10.1016/j.trpro.2017.01.022.

15. Beaudoin J., Farzin Y.H., Lin Lawell C.-Y.C. Public transit investment and sustainable transportation: A review of studies of transit's impact on traffic congestion and air quality // *Research in Transportation Economics*. 2015. 52, pp. 15-22. DOI: 10.1016/j.retrec.2015.10.004.

16. Highway Capacity Manual. // TRB, Washington, DC, 2000. 1134 p.

17. Bourliva A., Kantiranis N., Papadopoulou L., Aidona E., Christophoridis C., Kollias P., Evgenakis M., Fytianos K. Seasonal and spatial variations of magnetic susceptibility and potentially toxic elements (PTEs) in road dusts of Thessaloniki city, Greece: A one-year monitoring period // *Science of the Total Environment*. 2018. 639, pp. 417-427. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.05.170.

18. Hao X., Zhang X., Cao X., Shen X., Shi J., Yao Z. Characterization and carcinogenic risk assessment of polycyclic aromatic and nitro-polycyclic aromatic hydrocarbons in exhaust emission from gasoline passenger cars using on-road measurements in Beijing, China // *Science of the Total Environment*. 2018. 645, pp. 347-355. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.07.113.

19. Hatefi S.M. Strategic planning of urban transportation system based on sustainable development dimensions using an integrated SWOT and fuzzy COPRAS approach // *Global Journal of Environmental Science and Management*. 2018. 4 (1), pp. 99-112. DOI: 10.22034/gjesm.2018.04.01.010.

20. Dimitriou L., Efthymiou D., Antoniou C. Saving lives through faster emergency unit response times: Role of accessibility and environmental factors // *Journal of Transportation Engineering Part A: Systems*. 2018. 144 (9), статья № 04018053, DOI: 10.1061/JTEPBS.0000169.

Поступила 01.08.2018, принята к публикации 19.10.2018.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Конфликт интересов отсутствует.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Парсаев Евгений Вячеславович – старший преподаватель кафедры «Организация и безопасность движения» ФГБОУ ВО «СибАДИ» ORCID 0000-0002-0897-6759 (644080, г. Омск, пр. Мира, 5).

Малюгин Павел Николаевич – канд. техн. наук, доц. кафедры «Организация и безопасность движения» ФГБОУ ВО «СибАДИ» ORCID 0000-0002-1569-8136 (644080, г. Омск, пр. Мира, 5).

Тетерина Ирина Алексеевна – канд. техн. наук, научный сотрудник научно-исследовательского отдела ФГБОУ ВО «СибАДИ» ORCID 0000-0001-8012-8511 (644080, г. Омск, e-mail: iateterina@mail.ru).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Parsaev Evgeny Vyacheslavovich – Senior Lecturer of the Organization and Security of the Movement Department, Siberian State Automobile and Highway University ORCID 0000-0002-0897-6759 (644080, Omsk, 5, Mira Ave.).

Malyugin Pavel Nikolaevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Organization and Security of the Movement Department, Siberian State Automobile and Highway University ORCID 0000-0002-1569-8136 (644080, Omsk, 5, Mira Ave.).

Teterina Irina Alekseevna – Candidate of Technical Science, Researcher of the Scientific Research Department, Siberian State Automobile and Highway University ORCID 0000-0001-8012-8511 (644080, Omsk, e-mail: iateterina@mail.ru).

ВКЛАД АВТОРОВ

Парсаев Е.В. Предложена методика по оценке качества ОДД по экологическим показателям, учитывающая неравномерность движения транспортного потока на элементах городской магистрали.

Малюгин П.Н. Составлены детализированные выражения для определения массовых выбросов загрязняющих веществ одним автомобилем, N числом автомобилей

при движении на участке городской магистрали. Проверка и корректировка статьи.

Тетерина И.А. Выполнение сравнительных расчетов выбросов загрязняющих веществ по методике ГОСТа и предлагаемой методике.

AUTHORS CONTRIBUTION

Parsaev E.V. The technique for assessing the quality of TO for environmental indicators is proposed, taking into account the unevenness

of traffic flow on the elements of the urban highway.

Malyugin P.N. Detailed expressions have been prepared for the determination of mass emissions by a single vehicle, N number of cars while driving by highway section. Correction of the article is made.

Teterina I.A. Implementation of comparative emission calculations by the GOST technique and the proposed methodology.