

УДК 629.113/574.42

МОНИТОРИНГ ГОРОДСКОЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ С УЧЁТОМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Волков В.С., Тарасова Е.В.

ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия Минобразования России», Воронеж, Россия (394087, Воронеж, ул. Тимирязева, 8), e-mail: auto@vglta.vrn.ru

Рассмотрены вопросы о загрязнении окружающей среды при эксплуатации подвижного состава автомобильного транспорта в ограниченных условиях городской улично-дорожной сети. Проведено изучение экологического состояния окружающей среды на участках в наиболее нагруженных участках дорожной сети города с населением более одного миллиона человек на примере г. Воронежа. Использован метод наблюдений с аналитическим расчётом загрязнения воздушной среды токсичными веществами выхлопных газов автотранспорта. Определен количественный состав основных компонентов загрязняющих веществ, проведен расчёт годового выброса загрязняющих веществ, определена загруженность автотранспортом исследуемых участков дорожной сети. Предметом исследования рассматривалась концентрация примесей в атмосферном воздухе. Объектами исследования являлись выбросы токсичных веществ от различных категорий автотранспорта. В качестве методов исследования использовались хронометражные наблюдения и аналитический расчёт.

Ключевые слова: окружающая среда, загрязнение, атмосфера, транспорт, токсичные вещества, интенсивность движения.

MONITORING OF URBAN ENVIRONMENT WITH REGARD TO PERFORMANCE ROAD TRANSPORT

Volkov V.S., Tarasova E.V.

Federal State Budget Educational Institution of Higher Professional Education "Voronezh State Academy of Forestry and Technologies", Russia (394087, Voronezh, street Timirazeva, 8), e-mail: auto@vglta.vrn.ru

The problems of environmental pollution in the operation of rolling stock of road transport in limited circumstances urban road network. The study of the ecological environment in the areas in the most loaded sections of the road network of the city with a population of over one million people by the example of the city of Voronezh. The method of observation with an analytical calculation of air pollution with toxic substances road transport emissions. The quantitative composition of the main components of pollutants and the calculation of the annual pollutant emissions, road congestion is defined studied sections of the road network. The subject of the study examined the concentration of impurities in the air. The objects of study were toxic emissions from different categories of vehicles. As research methods used chronometer observation and analytical calculation.

Keywords: environment, pollution, atmosphere, transportation, toxic substances traffic.

Достигнутый уровень развития автомобилизации отражает технико-экономический потенциал государства, удовлетворяющий требованиям социальных потребностей населения. При этом развитие автомобильного транспорта определённым образом влияет на состояние городской окружающей среды. По данным [3] выброс токсичных компонентов в атмосферу крупных населённых пунктов составляет от 40 до 70 % от общего количества вредных для биосферы выбросов. В качестве загрязняющих атмосферу компонентов можно рассматривать как лёгкие вещества, образующиеся от сгорания топлива в цилиндрах двигателей, так и тяжёлые пылевидные отложения, появляющиеся в результате взаимодействия компонентов отработавших газов с органическими веществами, находящимися в воздухе с последующим осаждением их на поверхность почвы.

По данным многих авторов, основная причина загрязнения воздушной среды заключается в неполном и неравномерном сгорании топлива. В этой связи камеры сгорания автомобильного двигателя можно рассматривать как своеобразный химический реактор, синтезирующий при сгорании топливовоздушной смеси ядовитые вещества с последующим выбросом их в атмосферу [4].

По данным [6], на открытой дороге вне населённых пунктов при интенсивности движения 500 транспортных единиц с рабочим объёмом двигателя порядка 2 л в течение часа концентрация окиси углерода на расстоянии 30...40 м от проезжей части снижается в 3 раза и достигает нормы. В условиях плотной городской застройки рассеивание выбросов автомобилей затруднено. В условиях часто возникающих заторов загрязнение городской воздушной среды достигает внушительных размеров.

Целью данной работы являлось изучение экологического состояния окружающей среды на участках в наиболее нагруженных участках дорожной сети города с населением более одного миллиона человек на примере г. Воронежа. При этом использовался метод наблюдений с аналитическим расчётом загрязнения воздушной среды токсичными веществами выхлопных газов автотранспорта.

В задачи данного исследования входило:

- выявление основных компонентов загрязняющих веществ;
- расчёт годового выброса загрязняющих веществ от автомобильного транспорта;
- определение загруженности автотранспортом исследуемых участков дорожной сети.

В качестве предмета исследования рассматривалась концентрация примесей в атмосферном воздухе. Объектами исследования являлись выбросы токсичных веществ от различных категорий автотранспорта. Основные методы исследования – хронометражные наблюдения и аналитический расчет.

Наиболее распространен метод определения весового выброса токсичных веществ исходя из транспортной работы, выраженной в тонно-километрах. Зная количество топлива, затраченного на производство транспортной работы, и количество вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу при сгорании одного литра топлива, можно подсчитать общее количество токсичных компонентов, выбрасываемых при производстве транспортной работы.

Данная методика объективно оценивает фактический выброс загрязняющих веществ, так как в ней учитываются структура транспортных потоков, режимы движения автомобилей и степень их загрузки, конструктивные особенности, а также и техническое состояние транспорта и автомобильных дорог.

Массовый выброс загрязняющих веществ легковыми автомобилями с определённым рабочим объёмом двигателя при движении по территории населённых пунктов можно определить по формуле

$$M_{Li} = m_{Li} \cdot L_{Li} \cdot k_{Lri} \cdot k_{LTCi} \cdot 10^{-6},$$

где m_{Li} – пробеговый выброс i -го загрязняющего вещества легковым автомобилем при движении по территории населённых пунктов;

L_{Li} – суммарный пробег легковых автомобилей по территории населённых пунктов;

k_{Lri} – коэффициент, учитывающий изменение выбросов загрязняющих веществ легковыми автомобилями при движении по территории населённых пунктов;

k_{LTCi} – коэффициент, учитывающий влияние технического состояния легковых автомобилей на массовый выброс i -го загрязняющего вещества:

$$(k_{LTCO} = 1,75; k_{LTCCH} = 1,48; k_{LTCNO} = 1,0; k_{LTCO_2} = 1,15).$$

Массовый выброс загрязняющих веществ грузовыми автомобилями с определённой грузоподъёмностью и типом двигателя при движении по территории населённых пунктов определяется по формуле

$$M_{Gi} = m_{Gi} \cdot L_{Gi} \cdot k_{Gri} \cdot k_{ri} \cdot k_{GTCi} \cdot 10^{-6},$$

где m_{Gi} – пробеговый выброс i -го загрязняющего вещества грузовыми автомобилями при движении по территории населённых пунктов в зависимости от грузоподъёмности и типа двигателя;

L_{Gi} – суммарный пробег грузовых автомобилей по территории населённых пунктов;

k_{Gri} – коэффициент, учитывающий изменение выброса загрязняющих веществ грузовыми автомобилями при движении по территории населённых пунктов;

k_{ri} – коэффициент, учитывающий изменение пробегового выброса грузовых автомобилей от уровня использования грузоподъёмности и пробега;

k_{GTCi} – коэффициент, учитывающий влияние технического состояния грузовых автомобилей на массовый выброс i -го загрязняющего вещества в зависимости от типа двигателя, для грузовых автомобилей с бензиновыми и газовыми двигателями: $k_{GTCO} = 2,0; k_{GTCCH} = 1,83; k_{GTCNO} = 1,0; k_{GTCO_2} = 1,15$; для грузовых автомобилей с дизельными двигателями – $k_{GTCO} = 1,6; k_{GTCCH} = 2,1; k_{GTCNO} = 1,0; k_{GTC} = 1,9; k_{GTCO_2} = 1,15$.

Массовый выброс загрязняющих веществ междугородными, пригородными и туристскими автобусами определенного класса с определенным типом двигателя при движении по территории населённых пунктов определяется по выражению

$$I_{\alpha i} = m_{\alpha i} \cdot L_{\alpha 1} \cdot k_{\alpha r i} \cdot k_{\alpha i} \cdot k_{\alpha T C i} \cdot 10^{-6},$$

где $m_{\alpha i}$ – пробеговой выброс i -го загрязняющего вещества автобусами при движении по территории населенных пунктов в зависимости от класса и типа двигателя;

$L_{\alpha 1}$ – суммарный пробег автобусов по территории населенных пунктов;

$k_{\alpha r i}$ – коэффициент, учитывающий изменение выбросов загрязняющих веществ автобусами при движении по территории населенных пунктов;

$k_{\alpha i}$ – коэффициент, учитывающий изменение выбросов загрязняющих веществ автобусами в зависимости от вида перевозок и типа двигателя;

$k_{\alpha T C i}$ – коэффициент, учитывающий влияние технического состояния автобусов на массовый выброс i -го загрязняющего вещества в зависимости от типа двигателя: для автобусов с бензиновыми двигателями $k_{\alpha T C C O} = 2,0$; $k_{\alpha T C C H} = 1,83$; $k_{\alpha T C N O} = 1,0$; $k_{\alpha T C S O_2} = 1,15$; для автобусов с дизельными двигателями – $k_{\alpha T C C O} = 1,6$; $k_{\alpha T C C H} = 2,1$; $k_{\alpha T C N O} = 1,0$; $k_{\alpha T C C} = 1,9$; $k_{\alpha T C S O_2} = 1,15$.

Обобщенные результаты расчетов выброса вредных веществ различными транспортными средствами с использованием данной методики представлены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики выбросов с учётом видов транспортных средств

Тип транспортного средства	Загрязняющие вещества	Пробеговой выброс, г/км	Коэффициенты			Приведенный пробеговой выброс, г/км
			K_{ri}	K_{ti}	K_{ni}	
Легковые автомобили	<i>CO</i>	13,0	0,87	1,75		19,8
	<i>NOx</i>	1,5	0,94	1,0		1,4
	<i>CxHy</i>	2,6	0,92	1,48		3,5
	<i>SO₂</i>	0,076	1,15	1,15		0,1
	<i>Pb</i>	0,025	1,15	1,15		0,03
Грузовые автомобили с бензиновыми двигателями	<i>CO</i>	52,6	0,89	2,0	0,68	63,7
	<i>NOx</i>	5,1	0,79	1,0	0,67	2,7
	<i>CxHy</i>	4,7	0,85	1,83	0,87	6,4
	<i>SO₂</i>	0,16	1,15	1,15	1,19	0,3
	<i>Pb</i>	0,023	1,15	1,15	1,19	0,04
Грузовые автомобили с дизельными двигателями	<i>CO</i>	2,8	0,95	1,6	0,68	2,9
	<i>NOx</i>	8,2	0,92	1,0	0,82	6,2
	<i>CxHy</i>	1,1	0,93	2,1	0,76	1,6
	<i>So₂</i>	0,96	1,15	1,15	1,2	1,5
	<i>Pb</i>	0,5	0,8	1,9	0,54	0,4

В ходе проведенного исследования было выявлено, что наибольший выброс токсичного вещества в атмосферу приходится на оксид углерода *CO*. При этом на наиболее загруженных участках городской дорожной сети суммарный годовой пробеговой выброс достигает 190 т/км. На всех исследуемых участках максимальным показателем годовых выбросов

загрязняющих веществ является масса оксидов углерода (450 тыс.т.), минимальным – твердые частицы – (9,814 тыс.т.). По исследуемым участкам наблюдается незначительное расхождение данных о годовых массовых выбросах компонентов отработавших газов.

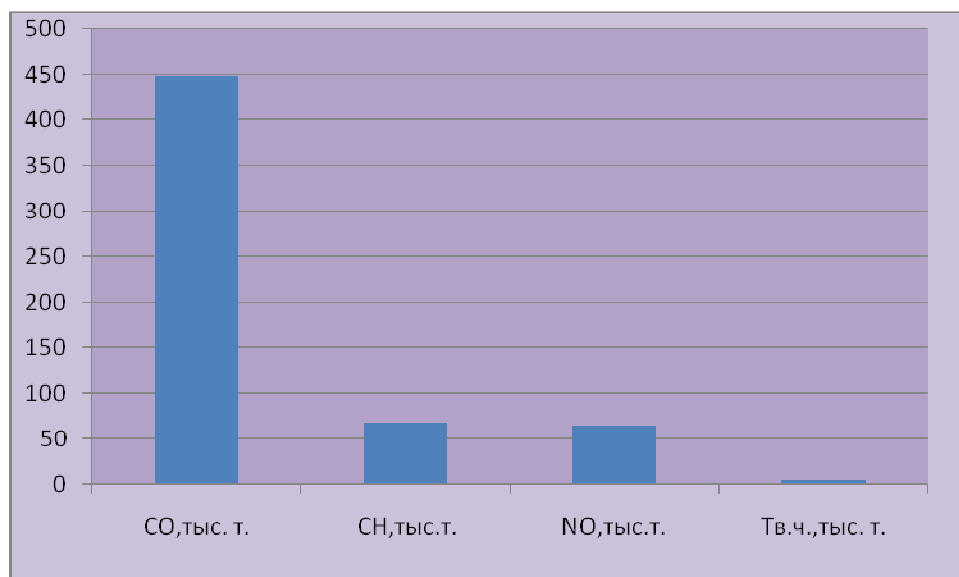


Рис. 1. Общий выброс токсичных веществ в атмосферу за 1 год

В ходе хронометражного исследования интенсивности движения на данных пересечениях была определена средняя интенсивность движения на исследуемых участках с учётом времени суток, показанная на рис. 2.

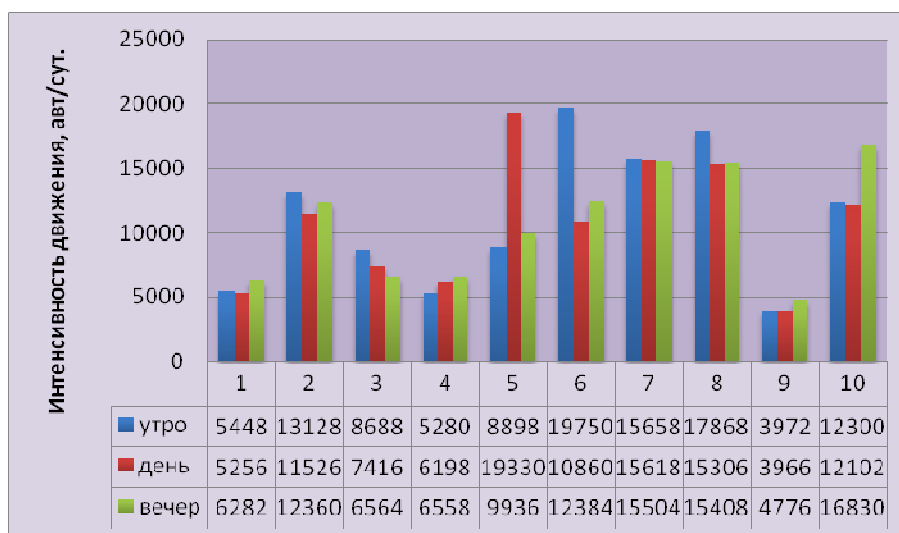


Рис. 2. Интенсивность движения транспорта с учётом времени суток на десяти подконтрольных участках городской улично-дорожной сети

При этом суммарная суточная интенсивность движения транспорта на подконтрольных участках находится в диапазоне от 2 до 8 тысяч автомобилей в сутки.

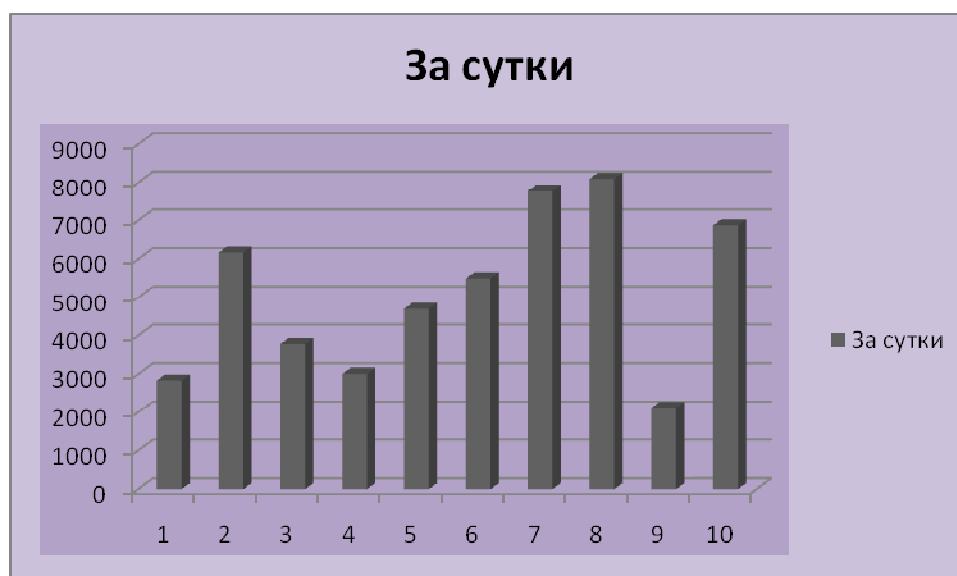


Рис. 3. Суммарная суточная интенсивность движения транспорта на десяти подконтрольных участках

В результате проведенной работы были установлены количественные показатели негативного влияния транспорта на состояние городской окружающей среды. На основании данного анализа в качестве мероприятий, локализирующих такое влияние транспорта на воздушную среду города, может быть предложено:

- разработка ресурсосберегающих технологий защиты окружающей среды от транспортных загрязнений;
- разработка алгоритмов и технических средств мониторинга окружающей среды на транспортных объектах и прилегающих к ним территориях, методов управления транспортными потоками для увеличения пропускной способности дорожной и улично-дорожной сети в крупных городах;
- совершенствование системы управления природоохранной деятельностью на транспорте;
- рациональная организация перевозок и движения (совершенствование дорог, выбора парка подвижного состава и его структуры, оптимальная маршрутизация автомобильных перевозок, организация и регулирование дорожного движения и рациональное управление автомобилем);
- ограничение распространения загрязнения от источника к человеку;
- совершенствование автомобиля и его техническое состояние (совершенствование конструкций автомобиля, создание новых типов силовых установок, применение новых типов топлива и поддержание технического состояния автомобилей);
- увеличение темпов и объемов работ по озеленению и благоустройству города.

При этом необходимо признание того факта, что организация мероприятий по защите окружающей среды от влияния выбросов транспортных средств зависит от общей экономической ситуации в городе, так как любые рассматриваемые действия требуют значительных материальных затрат.

Список литературы

1. Амбарцумян В.В. Экологическая безопасность автомобильного транспорта / В.В. Амбарцумян, В.Б. Носов, В.И. Тарасов. – М.: Научтехлитиздат, 1999. – 320 с.
2. Валова В.Д. Основы экологии: Учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский Дом «Дашков и К⁰», 2001. – 224 с.
3. ГОСТ Р52033 – 2003 «Содержание оксида углерода и углеводорода в отработавших газах автотранспорта». – М.: Изд-во стандартов, 2003.
4. Волков В.С. Критериальные соотношения подобию в управлении экологической безопасностью транспортных средств / Труды 10-ой международной научно-практической конференции «Высокие технологии в экологии» / Воронежское отделение Российской экологической академии, 16–18 мая 2007. С. 136 ... 139.
5. Волков В.С. Анализ результатов исследования биодизельного топлива / В.С. Волков, И.Г. Павлов, Я.Ю. Таможников // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета: Материалы 13-ой научно-практической конференции «Высокие технологии в экологии» 20 – 21 мая 2010 г. – Воронеж, ВГАСУ, 2010. – 190 ... 194.
6. Волков В.С. Проблемы гибридных автомобилей в условиях Российских дорог [Текст] / В.С. Волков, Г.М. Филатов // Моделирование систем и процессов. – 2012. – № 2. – С. 34-36.

Рецензенты:

Афоничев Д.Н., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой электротехники и автоматики ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра 1», г. Воронеж.

Сушков С.И., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой промышленного транспорта, строительства и геодезии ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», г. Воронеж.