

Научная статья  
УДК 614.715

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СВЕТОФОРА  
В ТЕЧЕНИЕ СУТОК НА ОБЪЕМЫ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ  
ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ АВТОТРАНСПОРТОМ**

**Андрей Ильич Гомзиков<sup>1</sup>, Артём Вячеславович Артёмов<sup>2</sup>,  
Анатолий Александрович Блинов<sup>3</sup>, Татьяна Ивановна Маслакова<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Уральский государственный университет путей сообщения,  
Екатеринбург, Россия

<sup>2, 3, 4</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> andreyha@mail.ru

<sup>2</sup> artemovav@m.usfeu.ru

<sup>3</sup> prostotolik123@gmail.com

<sup>4</sup> maslakovati@m.usfeu.ru

***Аннотация.*** Выполнена оценка объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от двигателей внутреннего сгорания автотранспорта в условиях работы светофора трехцветной сигнализации и перевода работы светофора в режим мигания желтого сигнала. Установлено, что работа светофора в режиме трехцветной сигнализации светофора приводит к увеличению общего объема выбросов на 362 % по сравнению с участком автодороги с работающим светофором в режиме мигания желтого цвета. При этом выброс оксида углерода как основного компонента парникового газа возрастает практически на 40 %.

***Ключевые слова:*** углеродный след, атмосферный воздух, загрязняющие вещества, автотранспорт, светофор

Original article

**ASSESSMENT OF THE EFFECT OF TRAFFIC LIGHT OPERATION  
MODES DURING THE DAY ON THE VOLUME OF POLLUTANTS  
RELEASED INTO THE ATMOSPHERIC AIR BY VEHICLES**

**Andrey I. Gomzikov<sup>1</sup>, Artyom V. Artyomov<sup>2</sup>, Anatoly A. Blinov<sup>3</sup>,  
Tatyana I. Maslakova<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Ural State University of Railway Transport, Yekaterinburg, Russia

<sup>2, 3, 4</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> andreyha@mail.ru

<sup>2</sup> artemovav@m.usfeu.ru

<sup>3</sup> prostotolik123@gmail.com

<sup>4</sup> maslakovati@m.usfeu.ru

**Abstract.** An assessment of the volume of emissions of pollutants into the atmospheric air from internal combustion engines of motor vehicles under the conditions of operation of a three-color traffic light and switching the operation of the traffic light to the flashing yellow signal mode was performed. An assessment of the volume of emissions of pollutants into the atmospheric air from internal combustion engines of motor vehicles under the conditions of operation of a three-color traffic light and switching the operation of the traffic light to the flashing yellow signal mode was performed. It was found that the operation of the traffic light in the mode of three-color traffic light signaling leads to an increase in total emissions by 362 % compared with a section of highway with a working traffic light in the flashing yellow mode. At the same time, the emission of carbon monoxide as the main component of greenhouse gas increases by almost 40 %.

**Keywords:** atmospheric air, emissions, road transport, traffic lights

Президент РФ В. В. Путин в октябре 2023 г. подписал указ [1] об утверждении новой Климатической доктрины, цель которой является обеспечение углеродной нейтральности России к 2060 г. В доктрине также указано, что в настоящее время одной из угроз национальной безопасности выступает изменение климата, которая требует необходимых нормативно-правовых действий и «использовать средства, которые способны обеспечить желаемые экологические и экономические эффекты».

Это может быть обеспечено за счет принятия мер по сокращению выбросов парниковых газов. В первую очередь рассматриваются такие меры, как использование низкоэмиссионного автотранспорта, устойчивое управление лесами и другими природными экосистемами и ресурсами, развитие водородной энергетики, разработка и внедрение технологий по улавливанию, хранению и использованию углекислого газа, перевод производства на «зеленое» топливо и газификацию населенных пунктов, решения по генерации энергии на основе возобновляемых источников, вторичное использование отходов производства и потребления, а также такие федеральные проекты, как формирование углеродного рынка, содействие устойчивому развитию населенных пунктов и ресурсосбережение и повышение энергетической эффективности [2].

Углеродный след – это общее количество выбросов парниковых газов, производимое людьми в процессе осуществления хозяйственной и жизненной деятельности: промышленное производство, жилищно-бытовая сфера обслуживания, сельское хозяйство, личный автотранспорт [3–5].

Автомобильный транспорт загрязняет атмосферный воздух выхлопными газами (оксиды азота, оксид углерода, диоксид серы и предельные углеводороды), нефтепродуктами (бензин, керосин), твердыми частицами

(сажа, свинец) и другими токсичными веществами (формальдегид, бенз/а/пирен) [6].

С целью определения количества поступающих загрязняющих веществ в атмосферный воздух и прогнозирования уровня загрязнения атмосферного воздуха допускается использование расчетных методик [7], одна из которых представлена в «Методике определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов» (АО «НИИ Атмосфера», Санкт-Петербург, 2010 г.).

Данная «Методика ...» предназначена для оценки величины выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами на городских магистралях. В соответствии с письмом Минприроды России (№ 12-50/12483-ОГ от 10.10.2019 г.), до включения в перечень разрешенных к применению методик соответствующей методики расчета выбросов на предприятиях определенной отрасли промышленности для определения выбросов загрязняющих веществ возможно использование методик, рекомендованных АО «НИИ Атмосфера».

Таким образом, «Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов» (АО «НИИ Атмосфера», Санкт-Петербург, 2010 г.) может быть использована для оценки величин выбросов загрязняющих веществ автотранспортными потоками на городских магистралях в части, не противоречащей законодательству, в том числе для ретроспективных расчетов [8].

Для организации безаварийного движения автотранспорта требуется использование светофоров необходимого типа [9], а также в случаях, если расстояние между соседними регулируемыми пересечениями, включенными в систему координированного управления движением, превышает 800 м [10].

В период снижения интенсивности движения до значений менее 50 % оговоренных условий, определенных в [10], необходимые светофоры рекомендуется переводить на режим мигания желтого сигнала (с 24:00 до 06:00 ч).

В настоящее время в условиях обеспечения безопасности дорожного движения светофоры в течение всех суток остаются в режиме трехцветной сигнализации. В условиях такого режима работы светофора возникают ситуации по простоям автотранспорта на автодороге и дополнительной работе двигателя на холостом ходу в режиме ожидания, а также к дополнительному форсированному режиму работы двигателя (стоп/старт).

Все это сказывается на количественной характеристике поступающих загрязняющих веществ (максимально-разовой и валовой) на данном участке автодороги.

Целью данной работы являлась оценка воздействия по химическому фактору загрязнения атмосферного воздуха выбросами от работы двигате-

лей внутреннего сгорания автотранспорта в условиях перевода работы светофора в ночное время суток в режим мигания желтого сигнала.

В качестве объекта исследования была рассмотрена условная автомобильная дорога со следующими характеристиками:

- улица и дороги местного значения – улица в зонах жилой застройки (СП 396.1325800.2018 «Улицы и дороги населенных пунктов. Правила градостроительного проектирования»);

- расчетная интенсивность движения – 6000 ед./сут (ГОСТ 33382–2015 «Дороги автомобильные общего пользования. Техническая классификация»);

- скорость движения – 60 км/ч (СП 396.1325800.2018 «Улицы и дороги населенных пунктов. Правила градостроительного проектирования»);

- структура парка автотранспорта – легковой автотранспорт – 84 % (с учетом мототранспорта) и грузовой автотранспорт – 16 % (с учетом автобусного парка) (доклад МВД РФ «О состоянии безопасности дорожного движения в Российской Федерации», Москва, 2002 г.);

- парк легкового автотранспорта – бензиновые легковые автомобили – 82,5 %, дизельные легковые автомобили – 17,5 % (для Свердловской обл. согласно «Транспорт в России 2007. Статистический сборник», Москва, 2007 г.).

В расчете приняты следующие параметры рассматриваемого участка автодороги:

- длина участка дороги – 1000 м;
- количество полос – 2 полосы в каждом направлении;
- количество направлений – 2;
- разделительная полоса – 3 м.

Расчет выбросов загрязняющих веществ от рассматриваемого участка дороги был выполнен на 2 варианта:

- расчет выбросов движущегося автотранспорта (Вариант 1 «Без светофора: в режиме мигания желтого мигания светофора»);

- расчет выбросов автотранспорта в районе регулируемого перекрестка (Вариант 2: «Со светофором: в режиме трехцветной сигнализации светофора»).

Результаты расчетов по двум вариантам представлены в табл. ниже.

Согласно данным, отображенным в табл. ниже, наличие светофора в режиме трехцветной сигнализации светофора приводит к увеличению общего объема выбросов на 362 % по сравнению с участком автодороги с работающим светофором в режиме мигания желтого цвета. При этом выброс оксида углерода как основного компонента парникового газа возрастает практически на 40 %.

## Перечень и количество загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу

Код	Наименование	Максимально-разовый выброс, г/с		Валовый выброс, т/год		Δ, %
		Вариант 1	Вариант 2	Вариант 1	Вариант 2	
0301	Азота диоксид (Двуокись азота; пероксид азота)	0,2398889	0,2355850	7,565136	7,4294086	-1,79
0304	Азот (II) оксид (Азот монооксид)	0,0389819	0,0382826	1,229335	1,2072789	-1,79
0328	Углерод (Пигмент черный)	0,0024583	0,0035481	0,0775260	0,1118937	44,33
0330	Сера диоксид	0,0096708	0,0110202	0,3049794	0,3475326	13,95
0337	Углерода оксид (Углерод окись; углерод моноокись; угарный газ)	0,4733333	0,6582625	14,927040	20,758966	39,07
0703	Бенз/а/пирен	0,0000001	0,0000002	0,0000022	0,0000071	222,73
1325	Формальдегид (Муравьиный альдегид, оксометан, метиленоксид)	0,0012088	0,0013295	0,0381191	0,041928	9,99
2704	Бензин (нефтяной, малосернистый) в пересчете на углерод	0,0459117	0,0567425	1,4478703	1,7894323	23,59
2732	Керосин (Керосин прямой перегонки; керосин дезодорированный)	0,03239583	0,0342891	1,0216350	1,0813399	5,84
	<i>Всего</i> веществ,	0,8438496	1,039060	26,6116430	32,767787	361,76
	в том числе:					
	твердых	0,0024584	0,003548	0,0775282	0,111901	272,90
	жидких (газообразных)	0,8413912	1,035511	26,5341148	32,655886	88,86

Таким образом, с целью снижения углеродного следа рекомендуется при наличии участка автодороги со светофорным регулированием (например, пешеходный переход) в ночное время переводить работу светофора в режим мигания желтого сигнала. Однако данные воздухоохраные мероприятия не должны противоречить требованиям по организации и безопасности дорожного движения в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами в данной области.

### Список источников

1. Об утверждении Климатической доктрины Российской Федерации : Указ Президента РФ от 26 октября 2023 г. № 812 [Электронный ресурс]. URL: [https:// www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/407782529/](https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/407782529/) (дата обращения: 20.11.2023).

2. Скоков Р., Гузенко М. Сахалинский эксперимент достижения углеродной нейтральности // Энергетическая политика. 2023. № 2 (180). С. 86–99. DOI 10.46920/2409-5516\_2023\_2180\_86

3. Беликова Д. В. Углеродный след как одна из проблем экологической безопасности // Россия молодая : сб. матер. XIV Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием (Кемерово, 19–21 апреля 2022 г.) / Редакция: К. С. Костиков (отв. ред.) [и др.]. Кемерово : Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, 2022. С. 10101.1–10101.4.

4. Трофименко Ю. В., Виноградова А. С. Пути сокращения углеродного следа и перспективы достижения углеродной нейтральности в жизненном цикле автомагистрали // Дороги и мосты. 2021. № 2 (46). С. 303–314.

5. Артёмов А. В., Якимова А. Б., Гарт М. С. Определение качественных и количественных показателей выбросов загрязняющих веществ от машин клеевого бесшвейного скрепления на предприятиях офсетной печати // Полиграфия: технология, оборудование, материалы : матер. XIII Междунар. науч.-практ. конф. (Омск, 17–18 мая 2022 г.) Омск : Омский государственный технический университет, 2022. С. 184–189.

6. Силуков Ю. Д., Чудинов С. А. О перевозке крупногабаритных неделимых грузов по автомобильным дорогам // Леса России и хозяйство в них. 2013. № 2 (45). С. 41–42

7. Артёмов А. В., Лаптева А. С., Набродов А. С. Особенности инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от полиграфических производств // Полиграфия: технология, оборудование, материалы : матер. XII Междунар. науч.-практ. конф. (Омск, 17–18 мая 2021 г.) Омск : Омский государственный технический университет, 2021. С. 53–59.

8. Программа Магистраль город. Расчет выбросов // Интеграл : офиц. сайт. URL: <https://integral.ru/shop/72/1042/> (дата обращения: 20.11.2023).

9. ГОСТ Р 52282–2004. Технические средства организации дорожного движения. Светофоры дорожные. Типы и основные параметры. Общие технические требования. Методы испытаний [Электронный ресурс]. Введ. 01.01.2006. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200038801> (дата обращения: 20.11.2023).

10. Об издании и применении ОДМ 218.6.003-2011 «Метод. рекомендации по проектированию светофорных объектов на автомобильных дорогах» : Распоряжение Федерального дорожного агентства от 27.12.2013 г. N 236-р [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70226672/> (дата обращения: 20.11.2023).