

Интернет-журнал «Науковедение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 8, №2 (2016) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol8-2>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/94TVN216.pdf>

DOI: 10.15862/94TVN216 (<http://dx.doi.org/10.15862/94TVN216>)

Статья опубликована 28.04.2016.

Ссылка для цитирования этой статьи:

Ватулина Е.Я., Леванчук А.В., Леванчук Л.А., Курепин Д.Е. Графическое представление результатов исследования экологической нагрузки на урбанизированную территорию при воздействии транспортных потоков // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №2 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/94TVN216.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/94TVN216

УДК 004.942

Ватулина Екатерина Яновна

ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I»
Россия, Санкт-Петербург¹
Инженер
E-mail: iglkotik@gmail.ru

Леванчук Александр Владимирович

ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I»
Россия, Санкт-Петербург
Доцент кафедры «Техносферная и экологическая безопасность»
Кандидат медицинских наук
E-mail: KOI12@mail.ru

Леванчук Леонид Александрович

ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I»
Россия, Санкт-Петербург
Доцент кафедры «Техносферная и экологическая безопасность»
E-mail: 5726164@mail.ru

Курепин Дмитрий Евгеньевич

ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I»
Россия, Санкт-Петербург
Аспирант
E-mail: 13akela13@mail.ru
РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=856863

Графическое представление результатов исследования экологической нагрузки на урбанизированную территорию при воздействии транспортных потоков

Аннотация. Процесс движения автотранспортного средства по дороге создаёт дополнительный источник загрязнения в результате истирания протектора шин, накладок тормозных колодок и дорожного полотна.

В настоящее время отсутствует методика оценки и графического трехмерного представления результатов исследования экологической нагрузки на территорию и, как

¹ 190031, Россия, Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 9

следствие, научное обоснование экозащитных мероприятий при эксплуатации автомобильно-дорожного комплекса урбанизированных территорий.

Методология изучения загрязнения окружающей среды нуждается в совершенствовании. По данным Федеральной службы государственной статистики [5] в среднем по стране на одного жителя в 2012 г. приходилось 257 автомобилей (в Москве на тысячу жителей приходится 297, в Петербурге — 295 личных автомобилей). С 1970 г. автопарк страны увеличился в 46,7 раза, в крупных городах России Москве и Санкт-Петербурге в 20 и 25 раз соответственно. По данным международной аудиторской компании PwC, к 2025 году Россия по уровню автомобилизации достигнет 400 единиц на тысячу человек.

Цель настоящего исследования: разработка и апробация методики графического трехмерного представления материалов, характеризующих загрязнение окружающей среды при эксплуатации транспортно-дорожного комплекса.

Ключевые слова: программный комплекс «SolidWorks»; программный комплекс «Zone»; методика графического представления материалов; система проектирования и анализа; модельный участок; модели процессов и технических объектов; окружающая среда; экологическая нагрузка

Интенсивное развитие дорожно-автомобильного комплекса во всем мире, увеличение численности автомобилей и сети автомобильных дорог, грузоподъемности и скорости передвижения транспортных средств и, как следствие, интенсивности движения автотранспорта постоянно увеличивают негативное воздействие на качество атмосферного воздуха [1, 2].

Интенсивная автомобилизация приводит к формированию проблем, которым ранее уделялось незначительное внимание. В настоящий период проблема загрязнения окружающей среды в результате не только сжигания топлива, но и эксплуатационного износа дорожно-автомобильного комплекса приобретает одно из приоритетных значений [2]. Выбросы от автотранспорта в настоящее время оцениваются по трем группам веществ: оксид углерода, оксиды азота и летучие органические соединения (ЛОС).

Исследования, проведенные на примере Санкт-Петербурга, позволили установить, что выбросы в атмосферный воздух твердых пылевых частиц от всех источников в сумме 2,6 тыс. тонн в год (в том числе от автомобильного транспорта 0,7 тыс. тонн) не в состоянии создать «высокий» уровень загрязнения атмосферного воздуха города. Кроме того, превышение ПДК твердых пылевых частиц в зоне расположения автомобильных дорог в 5 раз невозможно объяснить наличием отработавших газов. Расчеты, проведенные по методу, предложенному [1, 2, 3], позволили установить, что при эксплуатационном износе автомобилей в атмосферный воздух Санкт-Петербурга дополнительно поступает до 30 тыс. т/год TSP (твердых пылевых частиц).

По существующей классификации процесс эксплуатации АДК относится к наземным, линейным, непрерывно действующим источникам, характеризующимся переменной мощностью выброса. АДК является источником выделения аэрозолей, которые формируются в основном двумя механизмами (аэрозоли конденсации отработавших газов и аэрозоли дезинтеграции в результате истирания шин автомобиля [2], истирания накладок тормозного механизма [5], в результате эксплуатационного износа дорожного покрытия [6].

Анализ отечественной и зарубежной литературы позволил установить, что при количественной оценке загрязнения окружающей среды основное внимание уделялось

отработавшим газам. Научные исследования, посвященные изучению влияния загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду в процессе эксплуатационного износа транспортных средств и дорожного полотна, носят ограниченный характер.

Уровень загрязнения почвы продуктами истирания в состав которых входят соединения металлов, вдоль автомагистрали со средней интенсивностью движения автомобильного транспорта 2 500 автомобилей в час, оценивается как «опасный».

В почве обнаружены железо, свинец, цинк, хром, кобальт в концентрациях превышающих ПДК.

Известно, что при эксплуатационном износе АДК в окружающую среду поступают соединения тяжелых металлов, канцерогены и химические вещества, относящиеся к группе АПДФ (Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года. Утв. 22 ноября 2008 г. п 1734-р).

Кроме того, установлено, что большая часть загрязнений, поступает в виде микроскопических частиц размером менее 10 мкм (PM 10 и PM 2,5).

В рамках задач, поставленных в работе, для обоснования защитных мероприятий, направленных на уменьшение количества взвешенных веществ на пути их распространения, нами проведен расчет рассеивания загрязнений в атмосфере. Для этого использовали программный комплекс «Zone».

Результаты горизонтального и вертикального распространения взвешенных веществ свидетельствует о том, что при отсутствии вертикальной преграды рассеивание крупнодисперсной пыли распространяется по горизонтали на расстояние до сотни метров от кромки дороги, по вертикали более 30 метров. Рассеивание крупнодисперсной пыли распространяется по горизонтали на расстояние до сотни метров от кромки дороги, по вертикали более 30 метров.

Нами на основе методик, предложенных А.В. Леванчуком, проведены расчеты для модельного участка улицы с последующим представлением результатов с использованием методики графического трехмерного представления материалов.

Для трехмерной визуализации результатов исследования применен специальный функционал программного комплекса SolidWorks-Flow Simulation для определения концентраций и траекторий распространения мелкодисперсной пыли в зоне автомагистрали.

SolidWorks является одной из совершенных систем проектирования и анализа, содержащих полноценные интегрированные инструменты решения задач гидрогазодинамики и теплопередачи. При этом обеспечивается учет совместного действия многих факторов: движения среды, теплопроводности, солнечного излучения, теплообмена излучением, наличия вращающихся объектов, и т.д.

С помощью инструментов модуля Flow Simulation получены достаточно адекватные модели сложных процессов и технических объектов. Расчеты проведены на основе уравнения Навье-Стокса и условия неразрывности потока.

Результатом исследования являлось построение эпюр концентрации и траекторий распространения мелкодисперсной пыли, производимой транспортными средствами в момент усиленного движения в моделируемом микрорайоне спального типа. В качестве входных параметров были приняты давление, массовая доля воздуха и частиц силиката и диоксида углерода - наиболее значимые компоненты в составе выхлопа. Результаты представлены на Рисунке 1.

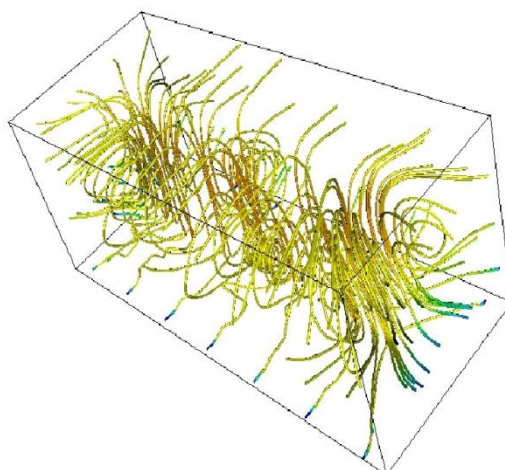


Рисунок 1. Траектории распределения массовой доли мелкодисперсной пыли на условном участке трассы (составлено автором)

В результате проведенного исследования была выявлена характерная конфигурация траекторий мелкодисперсной пыли, которые формируют устойчивые малоподвижные образования циркуляции воздушных потоков - смог, расположенный на высоте порядка 200 метров (рисунок 2).

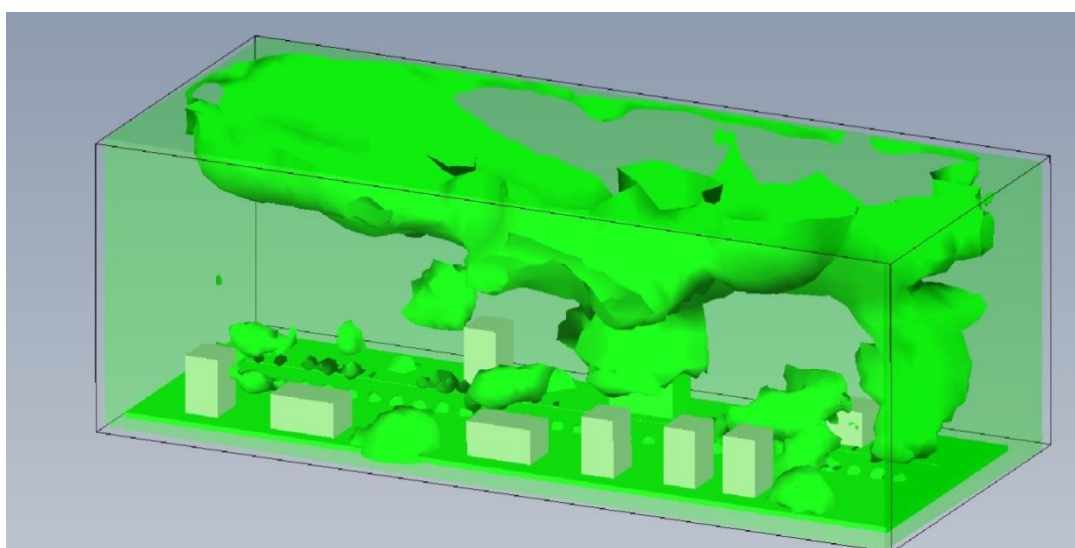


Рисунок 2. Изоповерхности распределения массовой доли загрязнений (составлено автором)

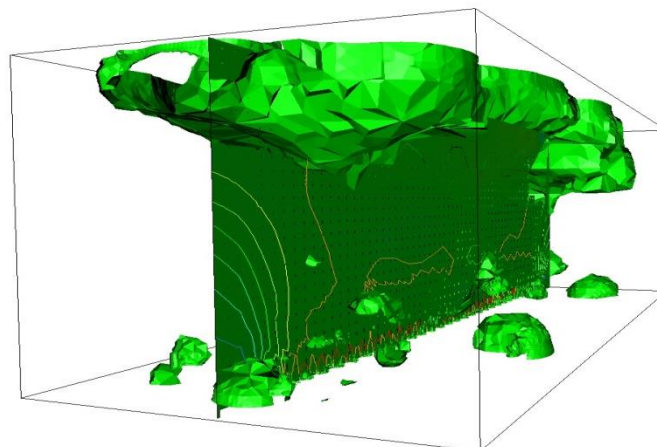


Рисунок 3. *Изоповерхности и секущая плоскость для определения массовой доли загрязнений (составлено автором)*

Таким образом, созданная модель является базовой структурой механизма для изучения влияния свойств конфигурации (формы и размеры) расположения зеленых насаждений на снижение проникающей концентрации вредных веществ в зоны жилых помещений.

Разработка и апробация методики графического трехмерного представления материалов, характеризующих загрязнение окружающей среды при эксплуатации транспортно-дорожного комплекса может являться универсальной моделью для изучения подобных случаев в реальных городских районах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Леванчук, А.В. Загрязнение окружающей среды продуктами эксплуатационного износа автомобильных дорог // Интернет-журнал «Науковедение», 2014. №1 (20) [Электронный ресурс] – М.: Науковедение, 2014 – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/102TVN114.pdf>.
2. Копытенкова О.И., Леванчук А.В. Методические аспекты гигиенической оценки атмосферного воздуха в городах с развитой транспортной инфраструктурой. Сборник трудов НИИ Атмосфера. СПб: НИИ Атмосфера, №4. – 2010. - С. 19-21.
3. Леванчук, А.В. Загрязнение окружающей среды продуктами эксплуатационного износа автомобильных шин / А.В. Леванчук // Технологии техносферной безопасности. - 2014. - №4 (56). - С. 32.
4. Леванчук, А.В. Гигиеническая характеристика загрязнения окружающей среды продуктами эксплуатационного износа тормозной системы автомобилей / А.В. Леванчук // Успехи современной науки: международный научно-исследовательский журнал. - 2016. - №2, Т. 3. - С. 82-85.
5. Ревин А., Тюрин С., Федотов В., Дроздов А. Сравнительная оценка экологичности барабанных и дисковых колесных тормозных механизмов автотранспортных средств. - SCIENCE – FUTURE OF LITHUANIA. Transport Engineering. Vehicle – Environment Interaction. 2009, Vol. 1, No. 6, pp. 49-52.
6. Руководство по оценке воздействия на окружающую среду при проектировании, строительстве, реконструкции и эксплуатации объектов дорожного хозяйства. <http://www.ecom-info.spb.ru/lawdocuments/index.php?id=1092>.
7. Волкодаева М.В., Полуэктова М.М. Оценка качества атмосферного воздуха при реализации европейских требований на ограничение выбросов автотранспорта (на примере отдельных автомагистралей г. Санкт-Петербург) / М.В. Волкодаева, М.М. Полуэктова // Информационный бюллетень №1 (31). «Вопросы охраны атмосферы от загрязнения», НПК «Атмосфера», - СПб, 2005. - С. 121-132.
8. Титова Т.С. Методика комплексной оценки экологичности и качества природозащитных технологий. Индекс IEQ / Известия Петербургского университета путей сообщения. 2005. №2. С. 98.
9. Никифоров А.В. Трехмерное моделирование и визуализация шумового загрязнения окружающей среды / Жилищное строительство. 2013. №6. С. 16-20.
10. Фридман К.Б., Лим Т.Е., Шусталов С.М., Леванчук А.В. Концептуальная модель оценки и управления риском здоровью населения от транспортных загрязнений / Известия Петербургского университета путей сообщения. 2011. №1. С. 230-236.

Vatulina Ekaterina Janovna

St. Petersburg state transport University of Emperor Alexander I, Russia, Saint-Petersburg
E-mail: iglkotik@gmail.ru

Levanchuk Alecsander Vladimirovich

St. Petersburg state transport University of Emperor Alexander I, Russia, Saint-Petersburg
E-mail: KOI12@mail.ru

Levanchuk Leonid Aleksandrovich

St. Petersburg state transport University of Emperor Alexander I, Russia, Saint-Petersburg
E-mail: 5726164@mail.ru

Kurepin Dmitriy Evgenievich

St. Petersburg state transport University of Emperor Alexander I, Russia, Saint-Petersburg
E-mail: 13akela13@mail.ru

Graphical representation of the results of the environmental load of research on urban territories under the influence of traffic flows

Abstract. The process of moving vehicles on the road creates an additional source of pollution as a result of abrasion of tire tread, brake linings and road surface.

There is currently no method of evaluation and a graphical three-dimensional representation of the results of the study of the ecological load on the territory and, as a consequence, the scientific rationale for soil and water environmental protection measures during operation of the automobile-road complex urbanized areas.

The methodology of the study of environmental pollution needs to be improved. According to the Federal state statistics service [5] the national average per capita in 2012 accounted for 257 cars (in Moscow for a thousand inhabitants 297, in St. Petersburg — 295 private cars). C 1970, the country's car fleet increased in 46.7 times, in large Russian cities Moscow and St. Petersburg in 20 and 25 times, respectively. According to the international auditing company PwC, by 2025 Russia in terms of car ownership will reach 400 units per thousand people.

The purpose of this study was to develop and test the methods of graphical three-dimensional representation of the data characterizing the pollution of the environment during the operation of transport-road complex.

Keywords: program complex «Solid Works»; program complex «Zone»; method of graphical presentation materials; design and analysis system; model site; models of processes and technical objects; environment; environmental pressures

REFERENCES

1. Levanchuk, A.V. Zagryaznenie okruzhayushchey sredy produktami ekspluatatsionnogo iznosa avtomobil'nykh dorog // Internet-zhurnal «Naukovedenie», 2014. №1 (20) [Elektronnyy resurs] – M.: Naukovedenie, 2014 – Rezhim dostupa: <http://naukovedenie.ru/PDF/102TVN114.pdf>.
2. Kopytenkova O.I., Levanchuk A.V. Metodicheskie aspekty gigenicheskoy otsenki atmosfernogo vozdukha v gorodakh s razvitoy transportnoy infrastrukturoy. Sbornik trudov NII Atmosfera. SPb: NII Atmosfera, №4. – 2010. - S. 19-21.
3. Levanchuk, A.V. Zagryaznenie okruzhayushchey sredy produktami ekspluatatsionnogo iznosa avtomobil'nykh shin / A.V. Levanchuk // Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti. - 2014. - №4 (56). - S. 32.
4. Levanchuk, A.V. Gigenicheskaya kharakteristika zagryazneniya okruzhayushchey sredy produktami ekspluatatsionnogo iznosa tormoznoy sistemy avtomobiley / A.V. Levanchuk // Uspekhi sovremennoy nauki: mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal. - 2016. - №2, T. 3. - S. 82-85.
5. Revin A., Tyurin S., Fedotov V., Drozdov A. Sravnitel'naya otsenka ekologichnosti barabannykh i diskovykh kolesnykh tormoznykh mekhanizmov avtotransportnykh sredstv. - SCIENCE – FUTURE OF LITHUANIA. Transport Engineering. Vehicle – Environment Interaction. 2009, Vol. 1, No. 6, pp. 49-52.
6. Rukovodstvo po otsenke vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredu pri proektirovanii, stroitel'stve, rekonstruktsii i ekspluatatsii ob"ektov dorozhnogo khozyaystva. <http://www.ecom-info.spb.ru/lawdocuments/index.phpid=1092>.
7. Volkodaeva M.V., Poluektova M.M. Otsenka kachestva atmosfernogo vozdukha pri realizatsii evropeyskikh trebovaniy na ogranichenie vybrosov avtotransporta (na primere otdel'nykh avtomagistraley g. Sankt-Peterburg) / M.V. Volkodaeva, M.M. Poluektova // Informatsonnyy byulleten' №1 (31). «Voprosy okhrany atmosfery ot zagryazneniya», NPK «Atmosfera», - SPb, 2005. - S. 121-132.
8. Titova T.S. Metodika kompleksnoy otsenki ekologichnosti i kachestva prirodoshchitnykh tekhnologiy. Indeks IEQ / Izvestiya Peterburgskogo universiteta putey soobshcheniya. 2005. №2. S. 98.
9. Nikiforov A.V. Trekhmernoe modelirovanie i vizualizatsiya shumovogo zagryazneniya okruzhayushchey sredy / Zhilishchnoe stroitel'stvo. 2013. №6. S. 16-20.
10. Fridman K.B., Lim T.E., Shustalov S.M., Levanchuk A.V. Kontseptual'naya model' otsenki i upravleniya riskom zdorov'yu naseleniya ot transportnykh zagryazneniy / Izvestiya Peterburgskogo universiteta putey soobshcheniya. 2011. №1. S. 230-236.