

**ENGINEERING SCIENCES****УПРАВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИМ  
СОСТОЯНИЕМ МЕГАПОЛИСА**

**Елена Бакулич<sup>1</sup>**  
**Евгений Самойленко<sup>2</sup>**

DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-126-8-3>

На сегодняшний день в современных мегаполисах наблюдается целый спектр экологических проблем, в частности одной из самых опасных является загрязнение атмосферного воздуха. Так, во многих городах концентрация загрязняющих веществ достигает критического уровня, значительно превышая предельно допустимые значения, что приводит к ухудшению здоровья населения и значительным экономическим убыткам. К основным источникам загрязнения относятся транспортные потоки, которые можно считать динамичными, стохастическими, наземными источниками техногенного загрязнения. В связи с этим, поля загрязнения, образующиеся в приземном слое атмосферы, имеют пространственно-временную неоднородность, исследования которых является достаточно сложной и трудоемкой задачей [1, p. 86].

Оценка состояния загрязнения атмосферного воздуха ведется с помощью натурных наблюдений и математического моделирования. Наиболее распространенными являются модели гауссовского типа, которые позволяют строить поля загрязнения и отображать их пространственно-временную динамику. Существуют различные подходы к решению задачи рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере и моделированию полей загрязнения, в частности модели городских уличных каньонов. Среди этих моделей наиболее известными являются: California Line Sours Dispersion Model (CALINE-4) и Danish Operational Street Pollution Model (OSPM).

Модель OSPM предназначена для определения концентрации загрязняющих веществ от транспортных потоков с учетом метеорологических условий, геометрических характеристик уличных

---

<sup>1</sup> Национальный транспортный университет, Украина  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5700-0576>

<sup>2</sup> Национальный транспортный университет, Украина  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8352-2282>

каньонов, также в модели учитывается механическая турбулентность, созданная движением транспортных средств [2; 3].

Определение концентрации загрязняющих веществ в уличных каньонах от транспортных потоков предлагается проводить на основе модели Operational Street Pollution Model.

Для оценки концентрации загрязняющих веществ улично-дорожная сеть города представлена совокупностью элементарных уличных каньонов с соответствующими пространственно-геометрическими характеристиками. Уличный каньон является типичным архитектурно-планировочным элементом города, который представляет собой элементарный участок с постройками вдоль проезжей части улицы между ближайшими перекрестками. В уличном каньоне выделяют наветренную сторону, для которой характерен минимальный уровень загрязнения, что обусловлено поступлением чистого воздуха; внутреннюю часть и подветренную сторону, для которой наблюдается максимальный уровень загрязнения. Также, выделяется зона рециркуляции, которая определяется длиной турбулентного вихря, геометрическими показателями каньона [4].

Концентрация загрязняющих веществ определяется в пределах уличного каньона и равна сумме концентрации прямого рассеивания, концентрации вызванной рециркуляцией воздуха в уличном каньоне и городской фоновой концентрацией.

Концентрация прямого рассеивания загрязняющих веществ от транспортного потока определяется следующим образом:

$$C_{\text{п}} = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \int \frac{L \cdot Q dx}{U_{\text{в}} W \sigma_z(x)} \quad (1)$$

где  $L$  – длина уличного каньона, м;

$Q$  – интенсивность выбросов загрязняющих веществ, мг/м\*с;

$U_{\text{в}}$  – скорость ветра на уровне улицы, м/с;

$W$  – ширина уличного каньона, м;

$\sigma_z(x)$  – параметр вертикальной дисперсии на расстоянии  $x$  от источника выбросов;

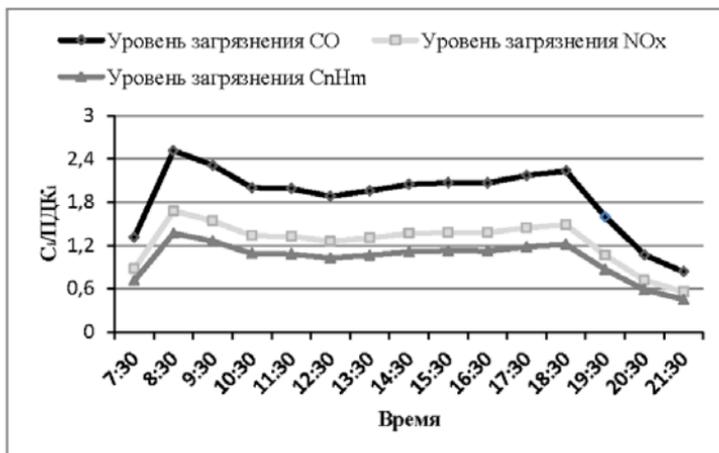
Концентрация от рециркуляции загрязняющих веществ, в пределах уличного каньона, определяется следующим образом:

$$C_{\text{р}} = \frac{Q \cdot l_r}{W \cdot (\omega_t \cdot l_t + \omega_s \cdot l_s)} \quad (2)$$

где  $l_r$ ,  $l_t$ ,  $l_s$  – геометрические характеристики зоны рециркуляции;

$\omega_b$ ,  $\omega_s$  – скорость рассеивания загрязняющих веществ через верхнюю и боковую часть уличного каньона, м/с.

На основе данной модели выполнена оценка уровня загрязнения уличных каньонов Печерского района г. Киева с учетом суточной динамики интенсивности транспортных потоков [5]. На рис. 1 построен суточный ход концентрации основных загрязняющих веществ, в одном из типичных уличных каньонов (ул. И. Мазепы). Скорость ветра на уровне крыши принята 5 м/с.



**Рис. 1. Динамика концентрации основных загрязняющих веществ по сравнению с предельно допустимыми значениями (ул. И. Мазепы)**

Так, при установленных интенсивностях движения транспортного потока в период времени с 8:00 до 20:00, наблюдается превышение концентрации по сравнению с максимально-разовыми предельно допустимыми значениями. Причем в периоды, с наибольшей интенсивностью движения, превышение достигает более чем в два раза (рис. 1).

Таким образом, результаты исследования могут быть использованы при моделировании уровня загрязнения уличных каньонах городов, что позволит делать оперативные прогнозы состояния загрязнения атмосферы и своевременно проводить природоохранные мероприятия по снижению концентрации загрязняющих веществ, путем управления параметрами транспортного потока.

### References:

1. Gutarevich Yu.F., Zerkalov D.V., Govorun A.G., Korpach A.A., Merzhyevska L.P. (2006) *Ekologhija ta avtomobiljnyj transport* [Ecology and road transport]. Kiev: Aristey. (in Ukrainian)
2. Ketzler M., Jensen S.S., Brandt J and all. Evaluation of the street pollution model OSPM. Civil Environmental Engineering 2012, S1.
3. Berkowicz R. OSPM – a parameterized street pollution model // Kluwer Academ. Publishers. Netherlands. Environmental Monitoring and assessment. 2000. Vol. 65. P. 341–359.
4. Bakulich O.O., Oliynyk R.V., Samoilenko E.S. (2015) Potentsiyna ekologichna nebezpeka vulychnykh kanyoniv mista [Potential environmental hazards of street canyons]. Visnyk National Transport University. Kyiv: National Transport University Publ., vol. (1) 31. URL: [http://publications.ntu.edu.ua/visnyk/31\\_1\\_tech\\_2015/018-026.pdf](http://publications.ntu.edu.ua/visnyk/31_1_tech_2015/018-026.pdf) (in Ukrainian)
5. Bakulich O.O., Samoilenko E.S. (2021) Dynamika rivnja zabrudnennja urbanizovanykh terytorij [Dynamics of pollution level of urbanized territories]. Visnyk National Transport University. Kyiv: National Transport University Publ., vol. 1(48). URL: <http://publications.ntu.edu.ua/visnyk/48/012-019.pdf> (in Ukrainian)