

УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ МЕГАПОЛІСУ

Бакуліч О.О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, bakulich.elena@gmail.com, orcid.org/0000-0002-5700-0576

Гребельник М.М., Національний транспортний університет, Київ, Україна, niknik0229@gmail.com, orcid.org/0000-0001-8385-8261

Самойленко Є.С., Національний транспортний університет, Київ, Україна, sirius27@ukr.net, orcid.org/0000-0001-8352-2282

ENVIRONMENTAL SECURITY MANAGEMENT OF THE MEGAPOLIS

Bakulich O.O., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine, bakulich.elena@gmail.com, orcid.org/0000-0002-5700-0576

Grebelnik M.M., National Transport University, Kyiv, Ukraine, niknik0229@gmail.com, orcid.org/0000-0001-8385-8261

Samoylenko E.S., National Transport University, Kyiv, Ukraine, sirius27@ukr.net, orcid.org/0000-0001-8352-2282

Постановка проблеми. Екологічна безпека є одним з основних критеріїв, що визначає рівень національної безпеки міста та якість умов проживання у ньому. На сьогоднішній день, поряд з очевидними перевагами проживання в мегаполісах, такими як: високий рівень надання різноманітних послуг, ефективність засобів комунікації, наявність більш сучасних побутових умов, можливість для більш різноманітної трудової діяльності та навчання, спостерігається цілий спектр екологічних проблем, зокрема пов'язаних із забрудненням атмосферного повітря. Основним антропогенним джерелом забруднення атмосфери є автомобільний транспорт. В багатьох містах України викиди автотранспорту становлять від 60 до 90% загальної кількості викидів. [1, с.63] Особливість забруднення повітря транспортними потоками полягає в тому, що вони являються динамічними, стохастичними, приземними джерелами забруднення, що функціонують в безпосередній близькості до помешкання людей. Це призводить до того, що транспортні потоки створюють в містах поля забруднення, в межах яких, концентрація забруднюючих речовин значно перевищує гранично допустимі значення. Для дослідження такого роду полів використовують натурні дослідження та математичне моделювання, що дозволяє будувати поля забруднення та відображати їх просторово-часову динаміку. [2]

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для визначення рівня забруднення атмосфери міст виділяють такі класи моделей: моделі розсіювання для окремих автомагістралей, моделі розсіювання у міських вуличних каньонах, статистичні моделі прогнозу концентрації. Серед цих моделей найбільш відомими є: California Line Sours Dispersion Model (CALINE-4) та Danish Operational Street Pollution Model (OSPM), які засновані на апіорній параметризації умов перенесення та розсіювання забруднюючих речовин.

Модель OSPM призначена для оцінки концентрації забруднюючих речовин від транспортних потоків у вуличних каньонах та враховує метеорологічні умови, геометричні характеристики вуличних каньонів: різну конфігурацію вулиць, ширину, висоту, щільність забудов, також в моделі враховується механічна турбулентність, створена рухом транспортних засобів. Основним недоліком OSPM є неможливість врахування деформації вітрового потоку в залежності від конфігурації забудов. [3,4]

Метою роботи є моделювання рівня забруднення вулично-дорожньої мережі (ВДМ) міста Києва та оцінка його екологічного стану.

Результати дослідження. При моделюванні рівня забруднення атмосфери міст структура міської території не може розглядатися як однорідний об'єкт. Найбільші рівні забруднення спостерігаються у вуличних каньонах, де розсіювання забруднюючих речовин від транспортних потоків значно обмежено будівлями вздовж вулиць [5]. У зв'язку з цим ВДМ Печерського району м. Києва представлена множиною елементарних вуличних каньонів – ділянок з забудовами уздовж проїзної частини вулиці між найближчими перехрестями, для яких емпірично були встановлені просторово-геометричні характеристики. У вуличному каньйоні виділяють навітряну сторону, для

якої характерний мінімальний рівень забруднення, що обумовлено надходженням чистого повітря; внутрішню частину та підвітряну сторону, для якої спостерігається максимальний рівень забруднення [6].

Величина концентрації забруднюючих речовин у вуличних каньонах від транспортних потоків визначалася на основі методології Operational Street Pollution Model. Модель заснована на гаусівському типу розсіювання забруднюючих речовин в поєднанні з характеристиками ВДМ міст. Вона використовує спрощену параметризацію умов розсіювання поллютантів. В OSPM передбачається, що транспортний потік і викиди від нього рівномірно розподілені по каньйону. Поле джерел забруднення розглядається як ряд нескінченно малих лінійних джерел, розташованих перпендикулярно напрямку вітру на рівні вулиці, шириною dx . Розсіювання за допомогою молекулярної дифузії нехтується. Згідно даної моделі концентрація забруднюючих речовин визначається в межах вуличного каньйону і дорівнює сумі концентрації прямого розсіювання поллютантів (C_d), концентрації спричиненою рециркуляцією повітря у вуличному каньйоні (C_r) та міською фоновією концентрацією (C_o).

$$C = C_d + C_r + C_o \quad (1)$$

Концентрація прямого розсіювання забруднюючих речовин від транспортного потоку дорівнює:

$$C_d = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \int \frac{Q dx}{U_s W \sigma_z(x)} \quad (2)$$

Q – інтенсивність викидів забруднюючих речовин від “ефективного” транспортного потоку, мг/м³·с;

U_s – швидкість вітру на рівні вулиці, м/с;

W – ширина вуличного каньйону, м;

$\sigma_z(x)$ – параметр вертикальної дисперсії на відстані x від джерела викиду;

Швидкість вітру на рівні вулиці (U_s) визначається, припускаючи логарифмічне зменшення швидкості вітру від середньої висоти даху будівель до землі вулиці. Швидкість вітру на рівні вулиці визначається наступним чином:

$$U_s = U_r \frac{\ln(h_0/z_0)}{\ln(H/z_0)} (1 - 0.2p \sin \varphi) \quad (3)$$

де U_r – швидкість вітру на рівні даху, м/с;

z_0 – ефективний розмір нерівності, м, $z_0=0,6$;

h_0 – початкова висота розсіювання, м, $h_0=2$;

H – середня висота забудов вуличного каньйону (з навітряної та підвітряної сторони каньйону), м;

p – відношення висоти забудов з підвітряної сторони до середньої висоти забудов вуличного каньйону;

φ – кут напрямку вітру на рівні даху по відношенню до осі вулиці, рад;

Параметр вертикальної дисперсії (σ_z) моделюється, з огляду на те, що вертикальне розсіювання регулюється виключно механічною турбулентністю, яка виникає внаслідок вітру та руху транспортного потоку. Турбулентність, створена термічною стратифікацією – нехтується, оскільки вона, зазвичай, невелика на рівні вулиці.

Зона рециркуляції характеризується надходженням забруднюючих речовин з іншої частини вуличного каньйону та визначається довжиною турбулентного вихору, геометричними показниками каньйону. Концентрація від рециркуляції забруднюючих речовин в межах вуличного каньйону визначається наступним чином:

$$C_r = \frac{Q \cdot l_r}{W \cdot (\omega_t \cdot l_t + \omega_s \cdot l_s)} \quad (4)$$

де l_r, l_t, l_s – геометричні характеристики зони рециркуляції;

ω_t, ω_s – швидкість розсіювання забруднюючих речовин відповідно через верхню та бокову частину вуличного каньйону, м/с. [4]

На основі даної моделі виконана оцінка рівня забруднення атмосферного повітря вуличних каньонів Печерського району м. Києва. Оцінка проводилася з врахуванням добової динаміки інтенсивності транспортних потоків. [7] Основними забруднюючими речовинами, що містяться у відпрацьованих газах автомобілів є оксид вуглецю (CO), оксиди азоту (NO_x), вуглеводні (C_nH_m), оксид сірки (SO₂), вуглець (C) та інші. Для кожної речовини, що забруднюють повітря встановлені нормативні гранично допустимі значення концентрації (ГДК). Виділяють максимально-разові, середньодобові та ГДК у робочій зоні. Основною характеристикою небезпеки шкідливої речовини є максимальна разова ГДК. Вона встановлюється з метою попередження рефлекторних реакцій людини при короткочасній дії (до 20 хв.) поллютантів.

На рис. 1 побудовано добовий хід концентрації основних забруднюючих речовин, а саме оксиду вуглецю, вуглеводнів та оксидів азоту в одному з найтипівіших вуличних каньонів (вул. І.Мазепи) Печерського району. Швидкість вітру на рівні даху прийнята 5 м/с.

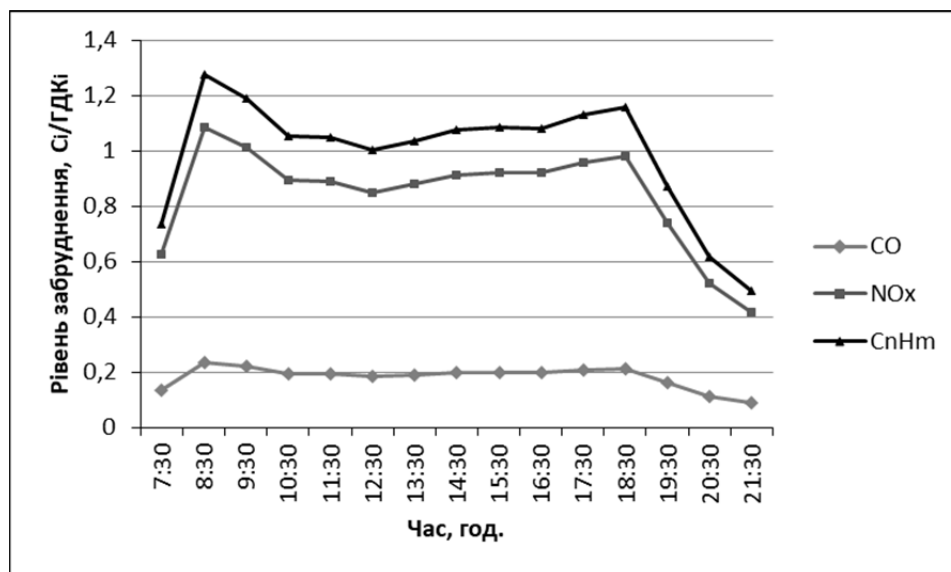


Рисунок 1 – Динаміка рівня забруднення атмосфери основними шкідливими речовинами при швидкості вітру 5 м/с (вул. І. Мазепи)

Figure 1 – Dynamics of the air pollution level by the main harmful substances at a wind speed of 5 m/s (I. Mazepa Street)

Найвищий рівень забруднення спостерігається для оксидів азоту та вуглеводнів, особливо в ранкові та вечірні періоди. Саме у ці періоди з найбільшою інтенсивністю руху концентрації забруднюючих речовин перевищують гранично допустимі значення.

На рис. 2,3 визначено рівень забруднення вуличного каньйону в залежності від швидкості вітру на рівні даху та інтенсивностями руху транспортного потоку. Так, при швидкості вітру 5 м/с концентрація оксидів азоту перевищить гранично допустимі значення якщо інтенсивність руху буде вищою ніж 0,5 авт/с; при швидкості вітру 1 м/с для перевищення концентрації оксидів азоту достатньо інтенсивності 0,2 авт/с.

Оскільки вектор швидкості вітру є випадкова величина, а його зміна з плином часу – це випадковий процес, то при визначенні концентрації забруднюючих речовин використання відповідних середніх значень призводить до істотних похибок. Тому прогноз рівня забруднення можна робити лише з певною точністю. Для визначення точності проведення розрахунків використовувалася інтервальна оцінка вектору швидкості вітру за *t*- критерієм. Із заданою надійністю (0,95) були встановлені довірчі інтервали для швидкості та напрямку вітру з різним часовими періодами осереднення та на основі інтервальних оцінок визначені відносні похибки відповідних величин (табл.1) [8].

Таким чином, з надійністю 95% визначені інтервальні межі забруднення атмосферного повітря вуличних каньонів з врахуванням мінливості метеорологічних величин. На рис. 4,5 зображено динаміку інтервального рівня забруднення основними шкідливими речовинами з періодом осереднення швидкості та напрямку вітру – 1 година.

На рис. 6 визначена інтервальна оцінка середньодобового рівня забруднення повітря вуличного каньйону при різних швидкостях вітру з часом осереднення метеорологічних величин – 1

доба. Наприклад, при швидкості вітру 1 м/с рівень забруднення оксидами азоту сягає близько 1,4 ГДК, а з врахуванням мінливості швидкості і напрямку вітру максимальне значення забруднення може сягати 1,8 ГДК.

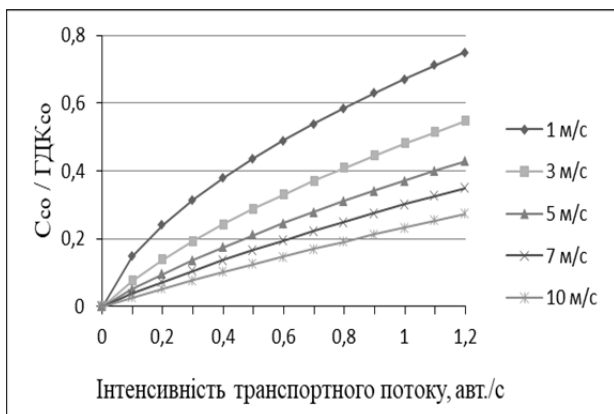


Рисунок 2 – Рівень забруднення атмосфери оксидом вуглецю для різних швидкостей вітру (вул. І. Мазепи)
Figure 2 – The level of atmospheric pollution with carbon monoxide for different wind speeds (I. Mazepa Street)

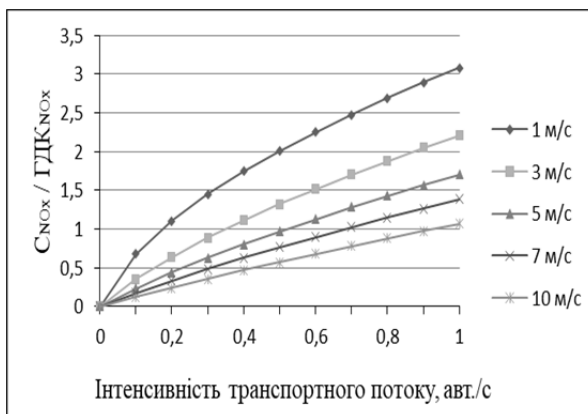


Рисунок 3 – Рівень забруднення атмосфери оксидами азоту для різних швидкостей вітру (вул. І. Мазепи)
Figure 3 – The level of air pollution by nitrogen oxides for different wind speeds (I. Mazepa Street)

Таблиця 1 – Відносні похибки при визначенні напрямку та швидкості вітру з різним часовим осередненням

Table 1 – Relative errors in determining the direction and speed of the wind with different time averaging

Час осереднення (τ)	Відносна похибка швидкості вітру, %	Відносна похибка напрямку вітру, %
Місяць	94,6	84,9
Доба	71,8	36,2
6 годин	54,7	29,6
3 години	46,9	24,9
1 година	33,7	15,8
30 хвилин	29,5	14,1

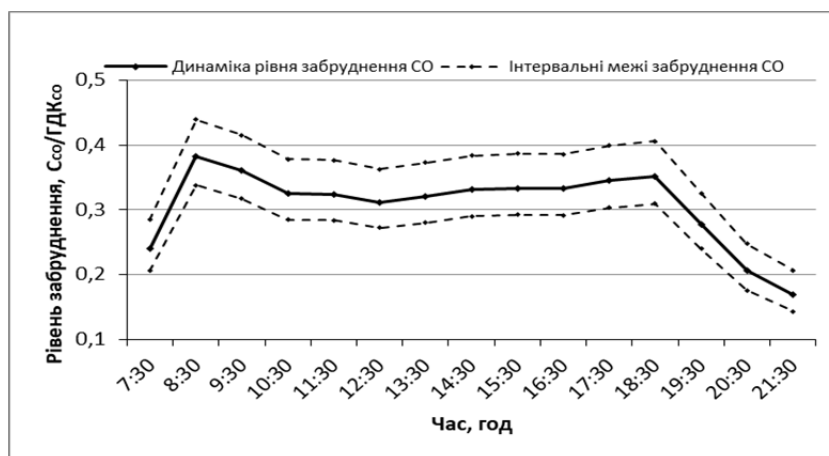


Рисунок 4 – Інтервальна оцінка динаміки рівня забруднення атмосфери CO при швидкості вітру 2 м/с (вул. І. Мазепи)
Figure 4 – Interval assessment of the dynamics of the atmospheric pollution level by carbon monoxide at a wind speed of 2 m/s (I. Mazepa Street)

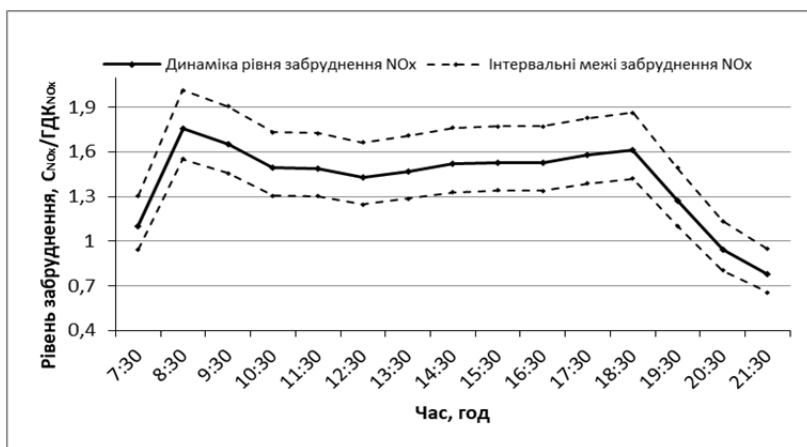


Рисунок 5 – Інтервальна оцінка динаміки рівня забруднення атмосфери NO_x при швидкості вітру 2 м/с (вул. І. Мазепи)
 Figure 5 – Interval assessment of the dynamics of the atmospheric pollution level by NO_x at a wind speed of 2 m/s (I. Mazepa Street)

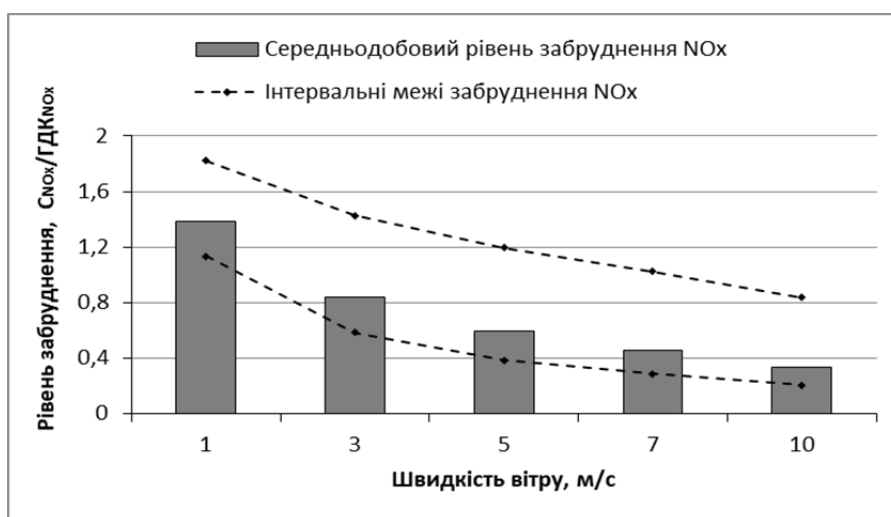


Рисунок 6 – Інтервальна оцінка середньодобового рівня забруднення атмосфери NO_x при різних швидкостях вітру (вул. І. Мазепи)
 Figure 6 – Interval estimation of the average daily level of atmospheric pollution by nitrogen oxides at different wind speeds (I. Mazepa Street)

Отже, за допомогою отриманих результатів можна робити оперативні прогнози стану забруднення атмосфери міст та попереджати ситуації при яких концентрація забруднюючих речовин перевищує гранично допустимі значення. В подальшому це дозволить своєчасно проводити природоохоронні заходи по зниженню рівня забруднення.

Висновок. Проаналізовано основні підходи щодо моделювання розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері від автомобільного транспорту, найбільш поширеною та універсальною з яких є Operational Street Pollution Model. На її основі визначена добова динаміка рівня забруднення атмосферного повітря вуличних каньйонів Печерського району м. Києва основними шкідливими речовинами, що містяться у відпрацьованих газах автомобілів. Враховуючи мінливість метеорологічних величин та похибки, які виникають внаслідок їх усереднення, проведена інтервальна оцінка рівня забруднення вуличних каньйонів. Результати проведених досліджень дозволять оперативно прогнозувати рівень забруднення атмосферного повітря міста та своєчасно здійснювати необхідні природоохоронні заходи.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гутаревич Ю.Ф., Зеркалов Д.В., Говорун А.Г., Корпач А.О., Мерзживська Л.П. Екологія та автомобільний транспорт: Навчальний посібник. – К.: Арістей, 2006. – 292с.
2. Абрамовський Є.Р., Карплюк В.І., Переметчик М.М. Атмосфера великих міст. Вид. 2-е, доповнене і виправлене – Дн-ськ.: Наука і освіта, 2011. – 350 с.
3. O. Hertel, R. Berkowicz, Modelling pollution from traffic in a street canyon – evaluation of data and model development. Report A-129 1989 (Ministry of the Environment, National Environmental Research Institute: Roskilde, Denmark).
4. R. Berkowicz, M. Ketzel, S. S. Jensen, M. Hvidberg, O. Raaschou-Nielsen, Evaluation and application of OSPM for traffic pollution assessment for a large number of street locations. *Environ. Model. Softw.* 2008, 23, 296. doi:10.1016/J.ENVSOF.2007.04.007
5. Тасейко О.В. Моделирование пространственного распределения загрязнителей от автотранспорта в условиях городской застройки / О.В. Тасейко, С.В. Михайлюта // География и природные ресурсы. – 2004. – Специальный выпуск. С. 180-185.
6. Бакуліч О.О., Олійник Р.В., Самойленко Є.С. Потенційна екологічна небезпека вуличних каньйонів міста. Вісник Національного транспортного університету. – К.:НТУ, 2015. – Вип. (1) 31. URL: http://publications.ntu.edu.ua/visnyk/31_1_tech_2015/018-026.pdf
7. Бакуліч О.О., Самойленко Є.С. Динаміка рівня забруднення урбанізованих територій. Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. 2021. Випуск 1 (48). С. 12-19. URL: <http://publications.ntu.edu.ua/visnyk/48/012-019.pdf>
8. Бакуліч О.О., Самойленко Є.С. Точність оцінки при розрахунку концентрації забруднюючих речовин у вуличному каньйоні. Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. 2017. Випуск №1(36). С.13-20. URL: <http://publications.ntu.edu.ua/visnyk/37/013.pdf>

REFERENCES

1. Gutarevich Yu. F., Zerkalov D. V., Govorun A. G., Korpach A. A., Merzhyevska L.P. (2006) *Ekologhija ta avtomobilnyj transport* [Ecology and road transport: Manual]. – K.: Aristey, 292p. (ukr)
2. Abramovs'kij Є.Р., Karplyuk V.I., Peremetchik M.M. *Atmosfera velikih mist* [Atmosphere of big cities]. Dn-sk.: Science and Education, 2011. – 350 p.
3. O. Hertel, R. Berkowicz, Modelling pollution from traffic in a street canyon – evaluation of data and model development. Report A-129 1989 (Ministry of the Environment, National Environmental Research Institute: Roskilde, Denmark). (eng)
4. R. Berkowicz, M. Ketzel, S. S. Jensen, M. Hvidberg, O. Raaschou-Nielsen, Evaluation and application of OSPM for traffic pollution assessment for a large number of street locations. *Environ. Model. Softw.* 2008, 23, 296. doi:10.1016/J.ENVSOF.2007.04.007 (eng)
5. Taseyko O.V., Mykhayliuta S.V. *Modelirovaniye prostranstvennogo raspredeleniya zagryazniteley ot avtotransporta v usloviyakh gorodskoy zastroyki* [Modeling the spatial distribution of pollutants from motor vehicles in urban conditions]. *Geography and natural resources*, 2004, special issue, pp. 180-185. (rus)
6. Bakulich O.O., Oliynyk R.V., Samoilenko E.S. *Potentsiyina ekologichna nebezpeka vulychnykh kanyoniv mista* [Potential environmental hazards of street canyons]. *Visnyk National Transport University – Kyiv, National Transport University Publ.* 2014. – Vol. 31. URL: http://publications.ntu.edu.ua/visnyk/31_1_tech_2015/018-026.pdf (ukr)
7. 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 – Vol. 1 (48). URL: <http://publications.ntu.edu.ua/visnyk/48/012-019.pdf> (ukr)
8. Bakulich O.O., Samoilenko E.S. (2017) *Tochnist' ocinki pri rozrahunku koncentracii zabrudnyuyuchih rechovin u vulichnomu kan'joni* [Accurate assessment in calculating the concentration of pollutants in street canyons]. *Visnyk National Transport University.* – Kyiv, National Transport University – Vol. 1 (36). URL: <http://publications.ntu.edu.ua/visnyk/37/013.pdf> (ukr)

РЕФЕРАТ

Бакуліч О.О. Управління екологічною безпекою мегаполісу / О.О. Бакуліч, М.М. Гребельник, Є.С. Самойленко // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науковий журнал. – К.: НТУ, 2022. – Вип. 1 (51).

Стаття присвячена дослідженню рівня забруднення атмосферного повітря вуличних каньйонах м. Києва та визначенні умов при яких концентрація забруднюючих речовин буде перевищувати гранично допустимі значення. На сьогоднішній день у містах спостерігається цілий спектр екологічних проблем, зокрема пов'язаних із забрудненням атмосферного повітря. При визначенні рівня концентрації використовують натурні дослідження та математичне моделювання, що дозволяє будувати поля забруднення та відображати їх просторово-часову динаміку.

Об'єкт дослідження – рівень забруднення вуличних каньйонів міст та їх оцінка.

Мета роботи – моделювання рівня забруднення вулично-дорожньої мережі (ВДМ) міста Києва та оцінка його екологічного стану.

Методи дослідження – статистичні методи, математичне моделювання.

Проаналізовано основні підходи щодо моделювання розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері від автомобільного транспорту. Моделювання рівень забруднення атмосфери міст доцільно проводити в однорідних структурах міської території – вуличних каньйонах. У статті визначена добова динаміка рівня забруднення атмосферного повітря вуличних каньйонів Печерського району м. Києва та встановлені критичні значення інтенсивності транспортного потоку при яких концентрація забруднюючих речовин перевищує гранично допустимі значення. Проведена інтервальна оцінка рівня забруднення вулиць міст з урахуванням мінливості метеорологічних величин.

Таким чином, отримані результати дозволять оперативно прогнозувати рівень забруднення атмосферного повітря міста та своєчасно здійснювати необхідні природоохоронні заходи.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЯ МЕРЕЖА, ТРАНСПОРТНІ ПОТОКИ, ВУЛИЧНИЙ КАНЬЙОН, РІВЕНЬ ЗАБРУДНЕННЯ, ГРАНИЧНО ДОПУСТИМА КОНЦЕНТРАЦІЯ.

ABSTRACT

Bakulich O.O., Grebelnyk M.M., Samoilenko E.S., Dynamics of pollution level of urbanized territories. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific journal. – Kyiv: National Transport University, 2022. – Issue 1 (51).

The article is devoted to the study of the level of air pollution in the street canyons of Kyiv and to determine the conditions under which the concentration of pollutants will exceed the maximum allowable values. Today, cities face a range of environmental problems, including air pollution. When determining the level of concentration using field research and mathematical modeling, which allows you to build fields of pollution and reflect their spatio-temporal dynamics.

The object of research is the pollution level of city street canyons and their assessment.

The purpose of the work is to model the level of pollution of the street and road network of Kyiv and to assess its ecological condition.

Research methods – statistical methods, mathematical modeling.

The main approaches to modeling the dispersion of pollutants in the atmosphere from road transport are analyzed. Modeling the level of air pollution in cities is advisable to carry out in homogeneous structures of the urban area – street canyons. The article defines the daily dynamics of the level of atmospheric air pollution in the street canyons of the Pechersky district of Kiev and establishes the critical values of the traffic flow intensity at which the concentration of pollutants exceeds the maximum permissible values. An interval assessment of the level of pollution of city streets is carried out, taking into account the variability of meteorological values.

Thus, the obtained results will allow to quickly forecast the level of air pollution in the city and timely implement the necessary environmental measures.

KEY WORDS: ENVIRONMENTAL SAFETY, STREET ROAD NETWORK, TRANSPORT FLOWS, STREET CANYON, POLLUTION LEVEL, MAXIMUM PERMISSIBLE CONCENTRATION.

АВТОРИ:

Бакуліч О.О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, декан факультету менеджменту, логістики та туризму, e-mail: bakulich.elena@gmail.com, тел. +380937451421, Україна, 01010, м. Київ, вул. Омеляновича-Павленко 1, к.245.

Гребельник М.М. Національний транспортний університет, старший викладач кафедри менеджменту, e-mail: niknik0229@gmail.com, тел.+380976572803, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1, к.242.

Самойленко Є.С., Національний транспортний університет, асистент кафедри менеджменту, e-mail: sirius27@ukr.net, тел. +380988088008, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1, к.242.

AUTHOR:

Bakulich O.O. Ph.D., (engineering), National Transport University, Dean of the Faculty of Management, logistics and tourism, e-mail: bakulich.elena@gmail.com, tel. +380937451421, Ukraine, 01010 Kyiv, Omelyanovicha-Pavlenko str. 1, k.245.

Grebelnik N.N., National Transport University, Senior Lecturer, Department of Management, e-mail: niknik0229@gmail.com, tel. +380976572803, Ukraine, 01010, Kiev, Omelyanovicha-Pavlenko str. 1, k.242.

Samoylenko E.S., postgraduate, National Transport University, assistant department of management, e-mail: sirius27@ukr.net, tel. +380988088008, Ukraine, 01010 Kyiv, M. Omelyanovich-Pavlenko str.1, k.242.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Голубкова І.А., доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри економічної теорії та підприємництва на морському транспорті, Навчально-науковий інститут морського права та менеджменту Національного університету «Одеська морська академія», Одеса, Україна.

Хрутьба В.О., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології та безпеки життєдіяльності, Національний транспортний університет, Київ, Україна.

REVIEWER:

Golubkova I.A., Ph.D, Economics (Dr.), Professor, Head of the Department of Economic Theory and Entrepreneurship in Maritime Transport, Educational and Scientific Institute of Maritime Law and Management of the National University "Odessa Maritime Academy", Odessa, Ukraine.

Khurutba V.O., Ph.D, Engineering (Dr.), Professor, Head of the Department of Ecology and Life Safety, National Transport University, Kyiv, Ukraine.