

ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПРИДОРОЖНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТРАНСПОРТНИМИ ПОТОКАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ PLANT SIMULATION

Матейчик В.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, wmate@ukr.net, orcid.org/0000-0002-3683-7246

Лавров О.А., доктор технічних наук, Університет прикладних наук Кайзерслаутерн, Німеччина, alexander.lavrov@hs-kl.de

Нагайчук В.М., кандидат технічних наук, ДП "ДЕРЖДОРНДІ", Київ, Україна, nvm@dorndi.org.ua, <https://orcid.org/0000-0001-9238-9276>

Комар К.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна, katyakomar7@gmail.com, orcid.org/0000-0001-6764-3746

SPECIAL FEATURES OF MODELING THE TRAFFIC NOISE POLLUTION OF A ROADSIDE ENVIRONMENT USING PLANT SIMULATION

Mateichyk V.P., Doctor of Technical Sciences, National Transport University, Kyiv, Ukraine, wmate@ukr.net, orcid.org/0000-0002-3683-7246

Lavrov A.A., Doctor of Technical Sciences, University of Applied Sciences Kaiserslautern, Germany, alexander.lavrov@hs-kl.de

Nagaychuk V.M., Candidate of Technical Sciences, DerzhdorNDI SE, Kyiv, Ukraine, nvm@dorndi.org.ua, <https://orcid.org/0000-0001-9238-9276>

Komar K.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine, katyakomar7@gmail.com, orcid.org/0000-0001-6764-3746

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИДОРОЖНОЙ СРЕДЫ ТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ PLANT SIMULATION

Матейчик В.П., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, wmate@ukr.net, orcid.org/0000-0002-3683-7246

Лавров О.А., доктор технических наук, Университет прикладных наук Кайзерслаутерн, Германия, alexander.lavrov@hs-kl.de

Нагайчук В.М., кандидат технических наук, ГП "ГосДорНИИ", Киев, Украина, nvm@dorndi.org.ua, <https://orcid.org/0000-0001-9238-9276>

Комар К.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина, katyakomar7@gmail.com, orcid.org/0000-0001-6764-3746

Вступ. Розвинені автомобільні транспортні мережі є абсолютною передумовою успішного економічного та соціального розвитку цивілізованих країн. В той же час, розширення та інтенсифікація використання таких мереж часто вступає у протиріччя з вимогами екологічного характеру. Для попередження цих протиріч надзвичайно важливо мати та застосовувати ефективні засоби всебічного аналізу шумових характеристик доріг. При цьому надзвичайно високі інвестиційні та часові витрати на транспортні мережі вимагають такого застосування вже на ранніх стадіях проектування та будівництва доріг та об'єктів інфраструктури, коли безпосередні фізичні виміри ще не можливі. Саме тому єдиним прийнятним підходом є використання комп'ютерних технологій. Спеціалізовані програми, що дозволяють моделювати шумові характеристики автомобільних доріг, розробляються та впроваджуються досить давно. Але неможливість їх широкого застосування викликана їх високою вартістю, обмеженою доступністю, або чисто дослідницьким спрямуванням. У той же час, у плануванні виробничих та логістичних систем знаходять все більше поширення засоби імітаційного моделювання матеріальних потоків та систем керування. Ці засоби зазвичай мають бібліотеки стандартних компонентів та значно полегшують і прискорюють побудову та програмування моделей. Тому розширення застосування таких засобів на дорожню галузь виглядає перспективним рішенням.

Мета досліджень: Розробка модулю прогнозування шумового забруднення придорожного середовища транспортними потоками, який, по-перше, базується на стандартній системі імітаційного

моделювання виробничих та логістичних систем, по-друге, забезпечує високу гнучкість і прозорість побудови та програмування моделей, по-третє, є відкритим до його подальшого розширення або ж налаштування на нові методики розрахунків.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Існує досить численна бібліографія, пов'язана з аналізом шумового впливу транспорту, яка, в свою чергу, дає базу для системної обробки її в узагальнюючих статтях. Так, огляд деяких існуючих моделей шумового забруднення наведено у [2], порівняльна характеристика кількох сучасних моделей прогнозування шуму наводиться у [6], огляд засобів та методів аналізу шуму подається у [9]. Деякі методи визначення шуму транспортних засобів описані у [13], математична модель шуму наведено у [12]. У роботі [7] дано оцінку моделей прогнозування шуму біля автомобільних трас. Більш специфічні питання реалізації відповідних засобів присвячені роботи [3] (імітаційна модель з заданим розподілення рівнів шуму), [4] (визначення оптимальних інтервалів виміру шуму), [11] (математичний розрахунок пропускної спроможності окремих дорожніх смуг). Застосуванню таких засобів для ефективного прийняття рішень при плануванні доріг присвячено [5]. Стандартизовані моделі, застосовані у транспортному департаменті уряду США, описано у [10]. Необхідність розвинутого системного підходу до питань шуму у загальноєвропейському масштабі підкреслюється у [8]. На базі огляду названих публікацій, узагальнюючи, можна констатувати, що існуючі програми або не виходять за рамки досліджень, або мають спеціалізований характер з дуже обмеженими можливостями параметризування, або неприйнятні через їх високу вартість, або ж знаходяться тільки у розпорядженні відповідних державних агенцій іноземних держав і, таким чином, не є доступними.

Виклад основного матеріалу. В якості базової стандартної системи імітаційного моделювання було обрано Tecnomatix Plant Simulation [1] від Siemens. Цей засіб відрізняється високими показниками потужності та ергономіки і знаходить широке розповсюдження серед найбільш передових підприємств та інженерних бюро Західної Європи.

З використанням Plant Simulation було розроблено програмний модуль TNT (“Traffic Noise Tool”) для дослідження впливу характеристик транспортного потоку (інтенсивність руху, склад потоку за категоріями транспортних засобів і режим руху в кожній смузі та ін.) і дорожньої інфраструктури (кількість та ширина смуг, додаткової відстані між протилежними напрямками руху, наявність засобів шумозахисту та ін.) на рівень шумового забруднення придорожнього середовища. В процесі моніторингу реєструються та відображаються діаграми шумові характеристики окремих транспортних засобів на абсолютній часовій осі з експліцитним відображенням їх руху на заданій ділянці дороги, еквівалентний рівень шуму транспортного потоку в заданій точці моніторингу та ін.

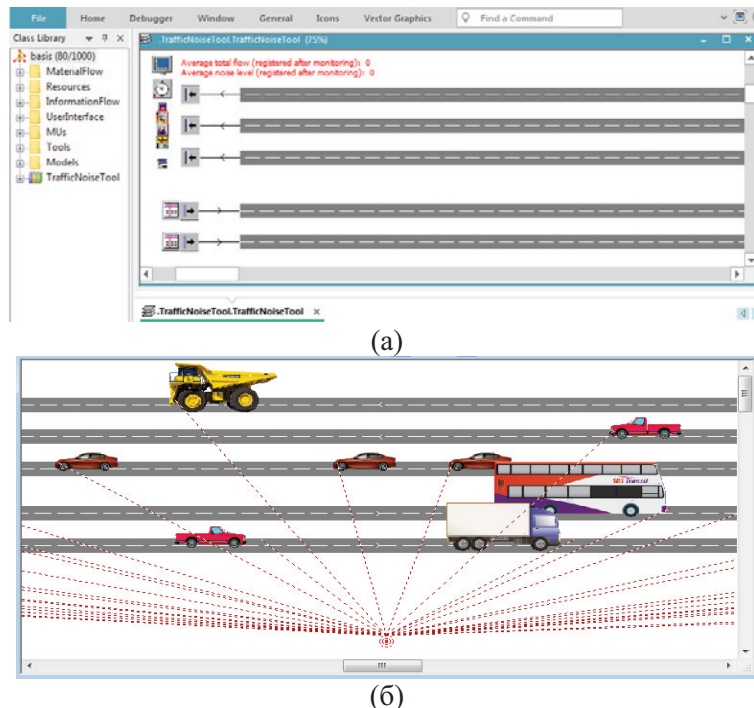


Рисунок 1 – Загальний вигляд модулю TNT (а) і анімація руху та моніторингу (б)
Figure 1 – General view of the TNT module (a) and animation of the traffic and monitoring (b)

Рисунок 1 (а) подає загальний вигляд модулю TNT, реалізованого як окрему бібліотеку “TrafficNoiseTool” у складі програми Plant Simulation. Зліва розташоване вікно бібліотеки класів Plant Simulation, в якій розміщено і саму бібліотеку TNT. Справа розташоване велике вікно фрейму моделі, яка і є основою TNT. У відображеному вікні видно лівий фрагмент структури дороги: три смуги (у верхній частині) у напрямку справа наліво та дві смуги (нижні) – зліва направо. Для кожного напрямку це число може задаватися довільно користувачем через меню вводу (див. нижче). Сама структура моделі автоматично генерується з цих даних за окремою командою “CREATE MODEL”.

Рисунок 1 (б) відображає миттєвий знімок анімованого експерименту, причому точки розрахунку шумових даних для кожного автомобіля у моменти реєстрації символічно з’єднуються пунктирними променями з точкою спостереження (моніторингу).

У спрощеному вигляді, функціональні компоненти модулю TNT можна розділити на групу інтерфейсу користувача та центральні компоненти (Рисунок 2). Інтерфейс користувача включає меню вводу (меню вхідних даних), меню керування експериментом (моделювання та моніторинг) та меню візуалізації результатів. Центральні компоненти включають блоки: генерації моделі, власне імітаційного моделювання, чисельних розрахунків (відповідно до обраної методики) та моніторингу.

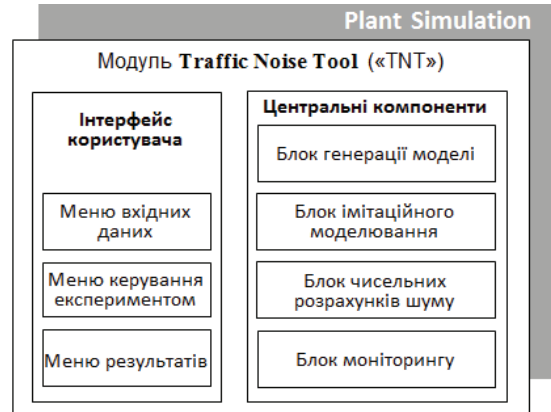
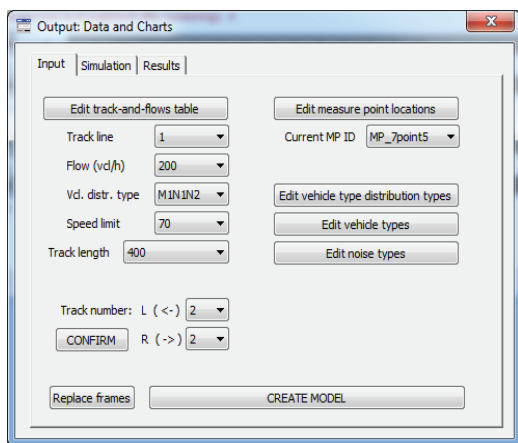


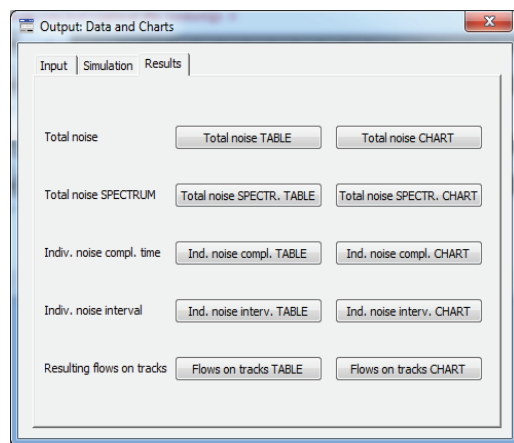
Рисунок 2 – Компоненти модулю TNT
Figure 2 – Components of the TNT Module

Рисунок 3 відображає кілька меню інтерфейсу користувача: на (а) видно головне меню вводу даних (значення параметрів системи для наступних експериментів, включаючи згадані вище число смуг для кожного напрямку і кнопку генерації моделі “CREATE MODEL”), на (б) – меню візуалізації результатів (видно кнопки показу даних у табличній чи графічній формах).

Меню «Імітаційне моделювання» (“Simulation”) інтерфейсу користувача модуля дозволяє, крім виходу на диспетчер подій, вмикати чи вимикати анімацію моніторингових «променів» (див. Рисунок 1 (б)), а також активувати чи деактивувати динамічне врахування взаємного екранування транспортних засобів (функція, базові розрахунки за якою є предметом наступних досліджень).



(а)



(б)

Рисунок 3 – Інтерфейс керування модулем: (а) «Ввід», (б) «Результати»

Figure 3 – Module control interface: (a) “Input”, (b) “Results”

Рисунок 4 показує фрагменти внутрішніх таблиць з параметрами системи, значення яких встановлюються через вказані меню: на (а) для кожної категорії транспортних засобів (позначено M1, M2 і т.д.) задаються, зокрема, тип шуму (див. нижче), середні швидкість і довжина і т. ін.; на (б) видно визначення типів кількох змішаних транспортних потоків (так, у потоці, позначеному M1M2M3, на один транспортний засіб категорії M3 припадає в середньому два засоби категорії M2 і

чотири засоби категорії МЗ, причому сама послідовність засобів у потоці в процесі моделювання генеруватиметься випадковим чином).

Vehicle_Category_ID	Noise_Type_ID	Prefix_for_Vehicle_ID	Speed	Length	Vehicle_Category_ID	M1M2	M1M2M3	N1	N1N2	N1N2N3	M1M
M1	NT_A	M1	80	4.5	M1	2.00	4.00				3.00
M2	NT_B	M2	50	6.5	M2	1.00	2.00				
M3	NT_B	M3	40	12	M3		1.00				1.00
N1	NT_D	N1	60	5.2	N1			1.00	1.00	2.00	
N2	NT_E	N2	50	8	N2				1.00	2.00	

(a)

(б)

Рисунок 4 – Визначення: (а) категорій транспортних засобів, (б) їх розподілу у змішаному потоці
Figure 4 – Specification: (a) of the vehicle categories, (b) of the types of the category distribution in a mixed flow

Існує можливість визначення різних типів шуму (напр. NT_A, NT_B, ...), із загальним значенням звукового тиску, а також з додатковими параметрами (напр., N_1, N_2...), які можуть довільно призначатися користувачем, наприклад, для подання розподілу по окремим ділянкам спектру, індикації присутності особливих складових і т. ін..

Рисунок 5 (а) містить фрагмент таблиці параметрів транспортних потоків на окремих смугах. Найближча до спостерігача смуга відповідає найнижчому рядку. У таблиці вказано напрямок смуги, тип змішаного потоку (відповідно до Рисунок 4 (б)), інтенсивність потоку, обмеження швидкості на смузі і т. ін.

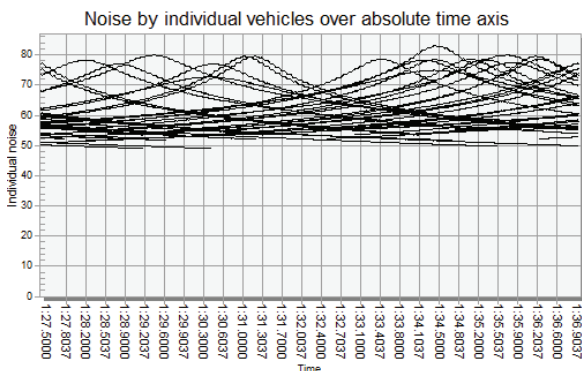
Direction	Vehicle_Category_Distribution_ID	Flow_Intensity	Speed_Limit_km_h	MP_ID	Orthog_distance_to_track	Height
2	M3N1N2N3	1000.00	70.00	MP_7point5	7.5	0.5
2	M1M2M3N1N2	1800.00	110.00	MP_15	15	0.5
2	M1M2	2000.00	110.00	MP_25	25	0.5
1	M1M2M3	2400.00	100.00	MP_30	30	0.5
1	M2M3N1N2N3	1200.00	50.00	MP_40	40	0.5

(a)

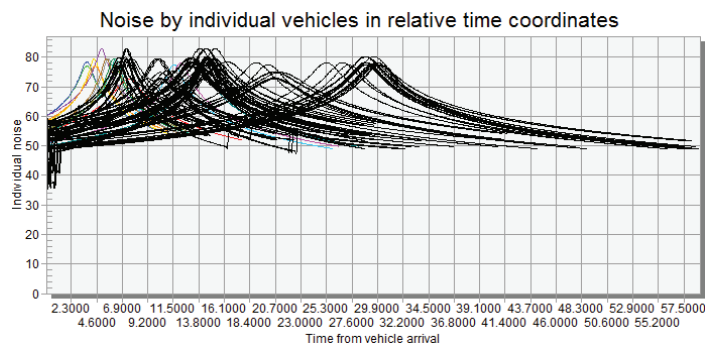
(б)

Рисунок 5 – Визначення: (а) типу потоку для кожної смуги і (б) точок спостереження
Figure 5 – Specification: (a) of the traffic flow type for each lane and (b) of the observation points

Модуль дозволяє реєструвати шумовий вплив кожного окремого транспортного засобу з моменту появи його на відрізку моніторингу. Рисунок 6 (а) показує фрагмент такої діаграми. Рисунок 6 (б) ілюструє індивідуальні внески всіх транспортних засобів, врахованих за час моніторингу, для зручності приведені до спільного початкового моменту. Різні довжини індивідуальних графіків тут викликані різним часом перебування кожного транспортного засобу на ділянці моніторингу, що, в свою чергу, визначається як власною швидкістю засобу, та і, можливо, нижчою швидкістю засобу, що рухається безпосередньо попереду.



(a)



(б)

Рисунок 6 – Індивідуальні шумові внески окремих транспортних засобів:
(а) на абсолютній осі часу, (б) приведено до спільного нульового моменту

Figure 6 – Noise impact of the individual vehicles:
(a) over the absolute time axis, (b) placed with a common starting point

Сумарний шумовий вплив усіх засобів у певний момент часу, розрахований із використанням методики [14, 15], дає відповідне еквівалентне значення для цього моменту. Такі значення, розраховані для всіх моментів моніторингу, відображають динаміку еквівалентного шуму у часі (Рисунок 7).

Висновки і перспективи подальших досліджень. На базі універсальних дискретно-подійних систем імітаційного моделювання матеріальних потоків, зокрема Tecnomatix Plant Simulation, можлива побудова гнучких та потужних засобів аналізу шумових впливів транспортних потоків. У розробленому в рамках цього дослідження модулі TNT забез-

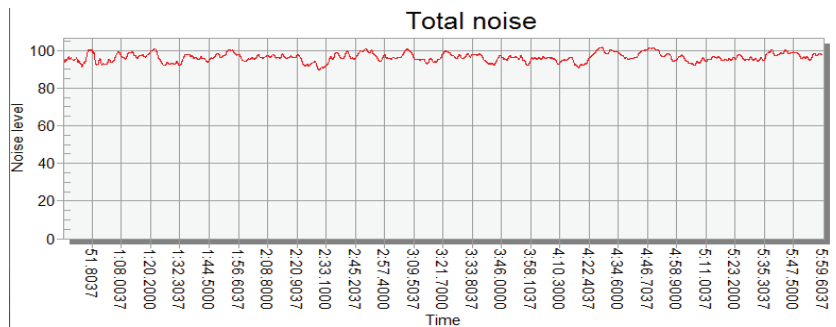


Рисунок 7 – Діаграма еквівалентного шуму
Figure 7 – Diagram of the equivalent noise level

печено параметризацію широкого набору характеристик як дорожньої інфраструктури, так і самих транспортних потоків, а також налаштувань самого процесу моніторингу. Вплив кожного транспортного засобу реєструється і відображається індивідуально, з будь-яким ступенем часової чи координатної деталізації, з відповідним розрахунком еквівалентного загального шумового впливу у будь-якій точці спостереження. Подальші дослідження охоплюють: (1) аналіз шумового впливу за окремими ділянками спектрального розподілу чи за спеціальними довільно визначеними категоріями, (2) розширення функцій модулю на інгредієнтне забруднення придорожнього середовища, (3) валідацію та калібрування модулю на базі розширеного моніторингу реальних транспортних потоків із відеоспостереженням та відтворенням експериментальних сценаріїв у засобі моделювання.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Siemens PLM Software (2019) Tecnomatix Plant Simulation: Simulate, visualize, analyze and optimize production systems and logistics processes. https://www.plm.automation.siemens.com/media/store/en_us/Tecnomatix%20Plant%20Simulation_7541_tcm29-2062.pdf
2. Rajakumara H.N., Mahalinge Gowda R.M. (2008) Road Traffic Noise Prediction Models: A Review. *Int. J. Sus. Dev. Plann.* Vol. 3, No. 3, 257–271.
3. De Coensel B., Brown A. L. Tomerini D. (2016) A road traffic noise pattern simulation model that includes distributions of vehicle sound power levels. *Applied Acoustics* 111, 170-178.
4. Abbaspour M., Golmohammadi R., Nassiri P., Mahjub H. (2006) An investigation on time-interval optimization of traffic noise measurement. *Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control*, Vol. 25, No. 4, 267–273.
5. Jansen F. (2018) Roadside Environmental Evaluation System for Road Network Planning. *The International Journal of Engineering and Science*, Vol. 7, No. 7, 19-27.
6. de Lisle, S. (2016) Comparison of Road Traffic Noise Prediction Models: CoRTN, TNM, NMPB, ASJ RTN. *Acoustics Australia*, Vol. 44, No. 3, 409–413.
7. Osifeko M.O., Odufuwa B.O. (2018) Evaluation Of Models For Predicting Highway Traffic Noise. *Journal of Experimental Research*, Vol. 6, No. 1, 55-62.
8. Guarinoni M., Ganzleben C., Murphy E., Jurkiewicz K. (2012) Towards A Comprehensive Noise Strategy. European Parliament Think Tank, Directorate General For Internal Policies, Policz Dept. A: Economic And Scientific Policy, [http://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=IPOL-ENVI_ET\(2012\)492459](http://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=IPOL-ENVI_ET(2012)492459)
9. Khan J., Ketzler M., Kakosimos K., Sørensen M., Steen Solvang Jensen S. S. (2018) Road traffic air and noise pollution exposure assessment – A review of tools and techniques. *Science of The Total Environment*, Vol. 634, No. 1, 661-676.

10. Office of Planning, Environment, & Realty (2017) Traffic Noise Model. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration. https://www.fhwa.dot.gov/environment/noise/traffic_noise_model

11. Пальчик А., Додух К. (2015) Практическая пропускная способность полосы движения автомобильной дороги. *Modern Management Review*, Vol. 22, No. 1, 155-171.

12. Шевченко Ю. С. (2014) Математична модель шуму транспортних потоків. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий* 4/4 (70), 47-51.

13. Заєць В.П., Дідковський В.С., Контар М.В. (2009) Методи визначення шуму транспортних потоків. *Акустичний вісник*, Том 12, № 2, 25–30.

14. Матейчик В. П., Цюман М. П., Вайганг Г. О. (2014) Моделювання системи “транспортний потік – дорога”. *Наукові нотатки. Міжвузівський збірник*, Луцьк, Вип. 46, 371-382.

15. Kuric, I., Mateichuk, V., Smieszek, M., Tsiuman, M., Goridko, N., Gritsuk, I. (2017) The peculiarities of monitoring road vehicle performance and environmental impact (Conference Paper) 3rd Innovative Technologies in Engineering Production, ITEP; Bojnice; Slovakia

REFERENCES

1. Siemens PLM Software (2019) Tecnomatix Plant Simulation: Simulate, visualize, analyze and optimize production systems and logistics processes. https://www.plm.automation.siemens.com/media/store/en_us/Tecnomatix%20Plant%20Simulation_7541_tcm29-2062.pdf

2. Rajakumara H.N., Mahalinge Gowda R.M. (2008) Road Traffic Noise Prediction Models: A Review. *Int. J. Sus. Dev. Plann.* Vol. 3, No. 3, 257–271.

3. De Coensel B., Brown A. L. Tomerini D. (2016) A road traffic noise pattern simulation model that includes distributions of vehicle sound power levels. *Applied Acoustics* 111, 170-178.

4. Abbaspour M., Golmohammadi R., Nassiri P., Mahjub H. (2006) An investigation on time-interval optimization of traffic noise measurement. *Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control*, Vol. 25, No. 4, 267–273.

5. Jansen F. (2018) Roadside Environmental Evaluation System for Road Network Planning. *The International Journal of Engineering and Science*, Vol. 7, No. 7, 19-27.

6. de Lisle, S. (2016) Comparison of Road Traffic Noise Prediction Models: CoRTN, TNM, NMPB, ASJ RTN. *Acoustics Australia*, Vol. 44, No. 3, 409–413.

7. Osifeko M.O., Odufuwa B.O. (2018) Evaluation Of Models For Predicting Highway Traffic Noise. *Journal of Experimental Research*, Vol. 6, No. 1, 55-62.

8. Guarinoni M., Ganzleben C., Murphy E., Jurkiewicz K. (2012) Towards A Comprehensive Noise Strategy. European Parliament Think Tank, Directorate General For Internal Policies, Policz Dept. A: Economic And Scientific Policy, [http://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=IPOL-ENVI_ET\(2012\)492459](http://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=IPOL-ENVI_ET(2012)492459)

9. Khan J., Ketzl M., Kakosimos K., Sørensen M., Steen Solvang Jensen S. S. (2018) Road traffic air and noise pollution exposure assessment – A review of tools and techniques. *Science of The Total Environment*, Vol. 634, No. 1, 661-676.

10. Office of Planning, Environment, & Realty (2017) Traffic Noise Model. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration. https://www.fhwa.dot.gov/environment/noise/traffic_noise_model

11. Pal'chik A., Dодух K. (2015) Prakticheskaya propusknaya sposobnost' polosy dvizheniya avtomobil'noj dorogi [Practical carrying capacity of a road lane]. *Modern Management Review*, Vol. 22, No. 1, 155-171 [in Russian].

12. Shevchenko J. S. (2014) Matematychna model' shumu transportnyh potokiv [Mathematical model of traffic noise]. *Vostochno-Evropejskyj zhurnal peredovyh tekhnologij – East-European Journal of Advanced Technologies*, 4/4 (70), 47-51 [in Ukrainian].

13. Zaec' V.P., Didkovs'kyj V.S., Kontar M.V. (2009) Metody vyznachennya shumu transportnyh potokiv [Methods for Determining the Traffic Noise]. *Akustychnyj visnik – Acoustic Newsletter*, Vol. 12, No. 2, 25–30 [in Ukrainian].

14. Mateichyk V. P., Tsiuman, M., P., Weigang G. O. (2011) Modelyuvannya systemy “transportnyj potik – doroga” Naukovi notatky. Mizhvuzivs'kyi zbirnyk, Luts'k, Vyp. 46, 371-382 [in Ukrainian].

15. Kuric, I., Mateichyk, V., Smieszek, M., Tsiuman, M., Goridko, N., Gritsuk, I. (2017) The peculiarities of monitoring road vehicle performance and environmental impact (Conference Paper) 3rd Innovative Technologies in Engineering Production, ITER; Wojnice; Slovakia

РЕФЕРАТ

Матейчик В. П. Особливості моделювання шумового забруднення придорожного середовища транспортними потоками з використанням Plant Simulation / В.П. Матейчик, О.А. Лавров, В.М. Нагайчук, К.В. Комар // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2019. – Вип. 1 (43).

В статті розглянуті питання прогнозування шумового забруднення придорожного середовища транспортними потоками з використанням імітаційного моделювання.

Об'єкт дослідження – система імітаційного моделювання Plant Simulation та розроблені алгоритми відображення транспортних потоків та шумового впливу.

Мета роботи – розробка модулю прогнозування шумового забруднення, який базується на стандартній системі імітаційного моделювання, забезпечує високу гнучкість програмування моделей і є відкритим для розширення та налаштування на нові методики розрахунків.

Методи дослідження – програмно-експериментальний і розрахунковий.

В результаті розрахункових досліджень отримано різні функціональні взаємозалежності параметрів потоків та настройки моделей, адаптовано методики розрахунку шумових показників для його реалізації у вбудованих мовах засобів моделювання.

В результаті програмно-експериментальних досліджень створено модуль TNT (“Traffic Noise Tool”) для дослідження впливу характеристик транспортного потоку (інтенсивність руху, склад потоку за категоріями транспортних засобів і режим руху в кожній смузі та ін.) і дорожньої інфраструктури (кількість та ширина смуг, додаткова відстань між протилежними напрямками руху, наявність засобів шумозахисту та ін.) на рівень шумового забруднення придорожного середовища.

В процесі моніторингу у модулі реєструються та відображаються діаграмами шумові характеристики окремих транспортних засобів на абсолютній часовій осі з експліцитним відображенням їх руху на заданій ділянці дороги, еквівалентний рівень шуму транспортного потоку в заданій точці моніторингу та ін.

Результати статті можуть бути впроваджені в практичних роботах з комплексного планування дорожньої інфраструктури з урахуванням її взаємодії з навколишнім середовищем.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ШУМОВЕ ЗАБРУДНЕННЯ, ТРАНСПОРТНІ ПОТОКИ, ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ.

ABSTRACT

Mateichyk V.P., Lavrov A.A., Nagaychuk V.M., Komar K.V. Special Features of Modeling the Traffic Noise Pollution of A Roadside Environment Using Plant Simulation. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2019. – Issue 1 (43).

This paper considers the prediction of the roadside noise pollution by traffic flows using simulation.

The object of study is the Plant Simulation system and the developed algorithms for representing traffic flows and the corresponding noise impact.

This work is aimed at developing such a module for predicting a noise pollution that is based on a standard simulation tool, provides a high flexibility of model programming and is open for extensions and adjustments to new calculation methods.

Research methods – programming-experimental and computational.

As a result of the computational studies, various functional interdependencies of flow parameters and model settings have been obtained, and methods for calculating noise indicators have been adapted for its implementation in the emdedded languages of simulstion tools.

As a result of the programming-experimental study, a TNT ("Traffic Noise Tool") software module has been developed in order to study the impact of traffic flow characteristics (traffic intensity, traffic flow by vehicle categories, and traffic mode in each lane etc.) and of road infrastructure (number and carrying capacity of the lanes, additional distance between opposite directions, availability of noise protection devices, etc.) on the noise pollution of the roadside environment.

In the course of the monitoring process, the noise characteristics of the individual vehicles are recorded and displayed by diagrams, with their movement exactly depicted over the absolute time axis, as well as the equivalent overall noise level values at a given monitoring point.

The results of this research can be used in practical work on integrated planning of road infrastructure, taking into account its interaction with the environment.

KEY WORDS: NOISE POLLUTION, TRAFFIC FLOWS, SIMULATION.

РЕФЕРАТ

Матейчик В. П. Особенности моделирования шумового загрязнения придорожной среды транспортными потоками с использованием Plant Simulation / В.П. Матейчик, А.А. Лавров, В.М. Нагайчук, К.В. Комар // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2019. – Вып. 1 (43).

В статье рассмотрены вопросы прогнозирования шумового загрязнения придорожной среды транспортными потоками с использованием имитационного моделирования.

Объект исследования – система имитационного моделирования Plant Simulation и разработанные алгоритмы отображения транспортных потоков и шумового воздействия.

Цель работы – разработка модуля прогнозирования шумового загрязнения, основанный на стандартной системе имитационного моделирования, обеспечивающий высокую гибкость программирования моделей и открытый для расширения и настройки на новые методики расчетов.

Методы исследования – программно-экспериментальный и расчетный.

В результате расчетных исследований получены различные функциональные взаимозависимости параметров потоков и настройки моделей, адаптировано методики расчета шумовых показателей для его реализации во встроенных языках средств моделирования.

В результате программно-экспериментальных исследований создан модуль TNT ("Traffic Noise Tool") для исследования влияния характеристик транспортного потока (интенсивности движения, состава потока по категориям транспортных средств и режима движения в каждой полосе и др.) и дорожной инфраструктуры (количество и ширина полос, дополнительное расстояние между противоположными направлениями движения, наличие средств шумозащиты и др.) на уровень шумового загрязнения придорожной среды.

В процессе мониторинга в модуле регистрируются и отображаются диаграммами шумовые характеристики отдельных транспортных средств на абсолютной временной оси с эксплицитным отображением их движения на заданном участке дороги, эквивалентный уровень шума транспортного потока в заданной точке мониторинга и др.

Результаты статьи могут быть внедрены в практических работах по комплексному планированию дорожной инфраструктуры с учетом ее взаимодействия с окружающей средой.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ШУМОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ, ТРАНСПОРТНЫЕ ПОТОКИ, ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.

АВТОРИ:

Матейчик Василь Петрович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, декан автомеханічного факультету, e-mail: wmate@ukr.net, тел. +38 044 280-79-40, Україна, 01010, м. Київ, вул. Омеляновича-Павленко 1.

Лавров Олександр Анатолійович, доктор технічних наук, професор, Університет прикладних наук Кайзерслаутерн, e-mail: alexander.lavrov@hs-kl.de, Німеччина, 67659, Кайзерслаутерн, Шенстрассе 11

Нагайчук Василь Михайлович, кандидат технічних наук, доцент, ДП "ДЕРЖДОРНДІ", Київ, Україна, nvm@dorndi.org.ua, <https://orcid.org/0000-0001-9238-9276>

Комар Катерина Вячеславівна, аспірант, Національний транспортний університет, e-mail: katyakomar7@gmail.com, тел. +38 (044) 288-51-00, Україна, 01010, м. Київ, вул. Омеляновича-Павленко 1.

AUTHORS:

Mateichyk V. P., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine, Dean of the Automechanical Faculty: e-mail: wmate@ukr.net, тел. +38 044 280-79-40, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelyanovycha-Pavlenko Str. 1.

Lavrov A. A., Doctor of Technical Sciences, Professor, University of Applied Sciences Kaiserslautern, e-mail: alexander.lavrov@hs-kl.de, Germany, 67659, Kaiserslautern, Schoenstr. 11

Nagaychuk V. M., Candidate of Technical Sciences, DerzhdorNDI SE, Kyiv, Ukraine, nvm@dorndi.org.ua, <https://orcid.org/0000-0001-9238-9276>

Komar K. V., postgraduate student, National Transport University, e-mail: katyakomar7@gmail.com, tel. +38 (044) 288-51-00, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelyanovycha-Pavlenko Str. 1.

АВТОРЫ:

Матейчик Василий Петрович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, декан автомеханического факультета, e-mail: wmate@ukr.net, тел. +38 044 280-79-40, Украина, 01010, г. Киев, ул. Омеляновича-Павленко 1.

Лавров Александр Анатолиевич, доктор технических наук, профессор, Университет прикладных наук Кайзерслаутерн, e-mail: alexander.lavrov@hs-kl.de, Германия, 67659, Кайзерслаутерн, Шенстрассе 11

Нагайчук Василий Михайлович, кандидат технических наук, доцент, ГП "ГосДорНИИ", Киев, Украина, nvm@dorndi.org.ua, <https://orcid.org/0000-0001-9238-9276>

Комар Екатерина Вячеславовна, аспирант, Национальный транспортный университет, e-mail: katyakomar7@gmail.com, тел. +38 (044) 288-51-00, Украина, 01010, г. Киев, ул. Омеляновича-Павленко 1.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Бойченко С.В., доктор технічних наук, професор, Національний авіаційний університет, Київ Україна

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

REVIEWER:

Bojchenko S.V., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Aviation University, Kyiv, Ukraine

Khrutba V.O., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine, Head of the Department of Ecology and Safety of Vital Functions.