

Біліченко В.В., Гречанюк М.С.
Вінницький національний технічний університет

ДО ПИТАННЯ ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА МІСТО, ЩО СТВОРЮЄТЬСЯ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

Проаналізовано питання визначення та оцінювання впливу автомобільного транспорту на екологічний стан міста за критерієм шумового навантаження. Проведено оцінювання екологічного стану однієї із транспортних розв'язок міста.

Ключові слова: шумове навантаження, еквівалентний рівень звуку, інтенсивність руху, транспортний потік.

Постановка проблеми. Розвиток сучасних технологій спрямований передусім на полегшення умов праці людини, створення для неї комфортного середовища перебування. Існує думка, що саме через підвищене акустичне навантаження виникає частина захворювань, пов'язаних з розладами серцево-судинної та нервової систем організму людини, а також підвищеною втомлюваністю. І саме в цьому аспекті питання зниження шумового навантаження на людину набуває особливої актуальності.

Збільшення обсягу транспорту створює посилення техногенного впливу на природне середовище та приводить до виникнення ряду екологічних проблем. Однією з таких проблем є шумове забруднення навколишнього середовища від автомобільного транспорту.

На рівні держави шумове навантаження автомобільного транспорту на навколишнє середовища регламентується ДСТУ UN/ECE R 51-02:2004, що визначає допустимі рівні шуму, при перевищенні яких є не допустимою їх експлуатація [1].

Дослідженню питання зниження рівня шуму, що створюється автомобільним транспортом, за рахунок різних методів присвячені роботи [2 – 4].

В роботі [2] показано, що за рахунок застосування газового наповнювача для автомобільних шин досягається зниження величини акустичного навантаження на навколишнє середовище. Також питанню прогнозування та оцінювання рівня шумовипромінювання як в процесі експлуатації, так і на етапі проектування присвячене дослідження [3].

Встановлено, що найбільшим джерелом шуму в автомобілі є двигун внутрішнього згорання, саме тому в роботі [4] для шуму відпрацьованих газів запропоновано використання додаткового газового екрану.

Проводяться роботи, щодо оцінювання шумового навантаження на місто задля його раціонального планування, зокрема в роботі [5] висвітлено основні напрямки та етапи оптимізації містобудування задля зниження акустичного навантаження.

Світовий досвід, показує що для зниження рівня шумового навантаження слід здійснювати такі кроки:

- розробляти нові та удосконалювати існуючі моделі рівня шумогенерування транспортного засобу задля прогнозування та оцінювання акустичного забруднення;
- удосконалювати технології виготовлення шин та дорожнього покриття;
- удосконалювати конструкцію транспортного засобу [6].

На сьогодні проведена робота над багатьма проектами, які можуть стати поштовхом застосування малозумних шин та дорожнього покриття в довгостроковій перспективі. Зокрема це проекти SilVia, CALM, ROTRANOMO та RATIN, Speron 2020.

В результаті виконання робіт над проектом SilVia (Sustainable road surfaces for traffic noise control), який тривав з вересня 2002 по серпень 2005 р, було створено “Рекомендації щодо вимог до технічних характеристик шин і транспортних засобів” та “Методичні рекомендації щодо проектування шумогасячих дорожніх покриттів”.

Метою проекту CALM (Community noise research strategy plan), є створення та узгодження стратегії плану дослідження співтовариства дослідників шуму для визначення кроків, необхідно для здійснення в країнах ЄС з метою зниження рівня шуму, що створюється усіма видами транспорту. Дана програма тривала два періоди: з жовтня 2001 по жовтень 2004 та з листопада 2004 по жовтень 2007. Основним документом, який було розроблено в результаті виконання проекту CALM стало

видання, яке було названо “Дослідження в напрямку створення безшумної Європи до 2020 р.” (Research for a Quieter Europe in 2020). Документ описує європейської стратегії для майбутніх досліджень в галузі охорони навколишнього середовища від шумового навантаження, що створюється транспортом. Крім того він включає в себе основні задачі, пов’язані із зниженням шумового навантаження та шляхи їх вирішення.

В рамках проекту ROTRANOMO (Development of a microscopic road traffic noise model for the assessment of noise reduction measures), який тривав з 2002 по 2005 рік було розроблено моделі руху транспортних потоків та моделі продукування шуму для різних транспортних засобів, що дозволяє проводити майбутні дослідження оцінювання та керування рівнем шумового навантаження на міста.

В 2003 році завершилась робота над проектом RATIN (Road and tyre interaction noise), в рамках якого досліджувалась взаємодія автомобільної шини та дорожнього покриття [6].

Щодо дослідження Speron 2020 (тривало з 2011 по 2014 р.), то його результатом стали пропозиції щодо розробки шин з низьким коефіцієнтом опору кочення, що є частиною німецької дослідницької роботи LeiStra3 (Silent road traffic 3). Основною метою проекту було встановлення закономірностей впливу конструкції шин на рівень її шуму та опору коченню. Проведені дослідження стали підґрунтям для подальших робіт в напрямку створення малошумних шин з низьким коефіцієнтом опору кочення що сприятиме зниженню витрати палива та впливу автомобільного транспорту на екологічний стан навколишнього середовища [7].

Статистичні дані свідчать про те, що кожний другий житель планети скаржитися на шум, причому 41 % з них найбільше занепокоєння відчуває в нічний час [8].

Значний інтерес із погляду екологічного моніторингу представляє міська територія, на якій проводиться активна господарська діяльність і проживає велика кількість жителів.

У зв’язку із наведеним вище в якості **мети роботи** визначено проведення оцінювання стану акустичного забруднення навколишнього середовища від дії автомобільного транспорту з метою встановлення необхідності проведення заходів для запобігання перевищення безпечних рівнів шуму для комфортного існування мешканців міста.

Результати досліджень. Як показав аналіз проведених досліджень, робіт щодо оцінювання рівня шумового навантаження автомобільного транспорту на навколишнє середовище задля регулювання транспортних потоків для Центрального регіону України та, зокрема, м. Вінниці не проводились. Саме цьому питанню і присвячене дослідження, наведене в даному матеріалі.

Розглянемо основні поняття, які застосовуються при оцінці шуму.

Шум – будь-який небажаний звук, або сукупність звуків, які чинять несприятливий вплив на організм людини.

Звук – механічні коливання часток пружного середовища під впливом якої-небудь збурювальної сили.

Акустичні коливання в діапазоні 16–20000 Гц, які сприймаються слуховим апаратом людини, називають звуковими, а простір їхнього поширення – звуковим полем.

Коливання нижче 16 Гц – інфразвукові, вище 20000 Гц – ультразвукові [9].

Шумове забруднення оцінюється по наступних параметрах: рівню звуку, гучності, вібрації й звуковому тиску.

Основною характеристикою шумового забруднення є еквівалентний рівень звуку.

Еквівалентний рівень звуку відповідно до [10] визначається за співвідношенням

$$L_{\text{екв}} = 10 \lg Q + 13,3 \lg V + 4 \lg(1 + \rho) + \Delta_{\Sigma} \text{ [дБА]},$$

де: Q – інтенсивність руху у двох напрямках, авт/година;

V – середня швидкість потоку, км/год;

ρ – відсоток міського та вантажного транспорту в потоці, %;

Δ_{Σ} – сума коригуючи поправок (врахування характеристик дорожнього покриття, походження шуму, часу доби та ін., дБА [11]).

Таким чином, основними характеристиками для розрахунків еквівалентного рівня звуку, створюваного автотранспортом є: інтенсивність руху, середня швидкість потоку автомобілів, відсоток легкових, вантажних автомобілів і автобусів. Дані характеристики варіюють протягом доби й протягом року.

Тому, для розрахунку рівня звуку в різні періоди доби, необхідно мати, насамперед, моделі залежностей інтенсивності руху, співвідношення легкового та вантажного транспорту в потоці та середньої швидкості потоку від часу доби.

Інтенсивність руху автотранспорту яка визначає кількість транспортних засобів, що проходять через перетин дороги за одиницю часу та склад транспортних потоків є основними показниками напруженості й працездатності автомобільної дороги в цілому й окремих її конструктивних елементів зокрема.

Визначення інтенсивності руху проводять із метою використання отриманих даних при плануванні розвитку дорожньої мережі, проектуванні нової житлової чи промислової забудови та ін.

Об'єктом дослідження обрано перехрестя Барське шосе – Хмельницьке шосе, одних з найбільш завантажених вулиць м. Вінниці. Були проведені спостереження кількості легкового й вантажного автотранспорту у двох напрямках (з міста та у місто).

Спостереження проводилися протягом 4 днів (2-х робочих та 2-х вихідних) з 7.00 до 19.00 у квітні 2011 року.

За результатами спостережень виявлені певні тенденції й закономірності зміни структури руху легкового й вантажного автотранспорту в різні періоди доби, які дають підставу для розробки відповідних математичних моделей.

На рис. 1 представлені графічні залежності інтенсивності руху легкового автотранспорту з міста по Хмельницькому шосе протягом 4 днів. Крім цього отримані аналогічні залежності інтенсивності руху вантажного автотранспорту з міста.

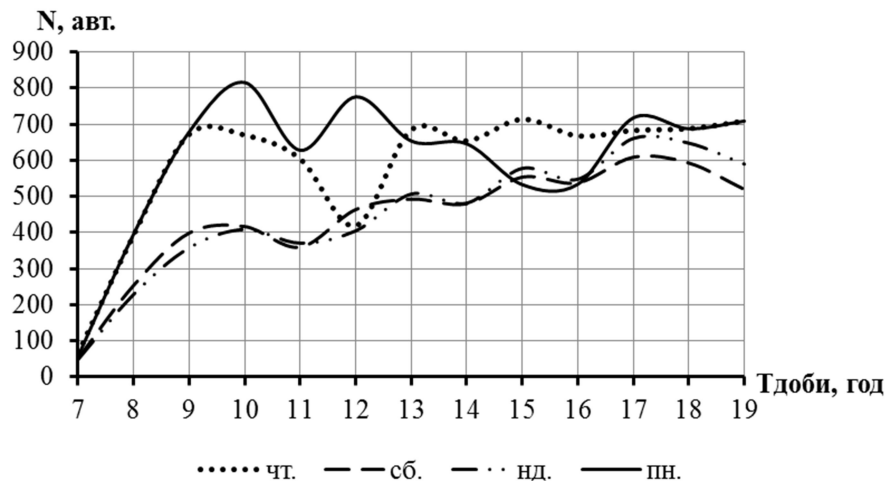


Рис. 1. Кількість легкового автотранспорту, що рухався по вул. Хмельницьке шосе з міста.

При аналізі графічних моделей інтенсивності руху легкового й вантажного автотранспорту при виїзді в місто в робочі дні спостерігаються ідентичні тенденції: зростання інтенсивності руху в період з 8 до 17 години та зниження з 17 години.

Максимальна інтенсивність легкового автотранспорту спостерігається з 9 до 11 години і становить у середньому 700 легкових машин за годину, що цілком імовірно виникає через «корки» на дорозі. Щодо вантажного автотранспорту, то максимальна інтенсивність, у середньому 160 машин за годину, спостерігається в робочі дні з 9 до 10 години та з 16 до 18 години.

У вихідні дні максимальна інтенсивність руху вантажного автотранспорту спостерігається в період з 13 до 15 години і становить у середньому 320 автомобілів за годину. Збільшення потоку вантажного транспорту можливо пояснити наявністю по вул. Хмельницьке шосе великих торговельних магазинів та ринку.

На рис. 2 представлені графічні залежності інтенсивності руху вантажного автотранспорту в місто. Аналогічні залежності інтенсивності руху отримано і для руху легкового автотранспорту в місто.

Встановлені залежності дозволили виявити, що в четвер з 9 до 10 ранку спостерігається найбільше завантаження перехрестя легковим автотранспортом (за годину проїжджає 460-470 автомобілів). Для вантажного транспорту інтенсивність руху в місто на протязі доби в середньому складає 280 автомобілів за годину.

На рис. 2 представлена графічна модель інтенсивності руху вантажного автотранспорту в місто по днях тижня та по часу доби (з 7 до 19 години). Визначено, що в середньому за годину через перехрестя проїжджає 50–70 вантажних автомобілів.

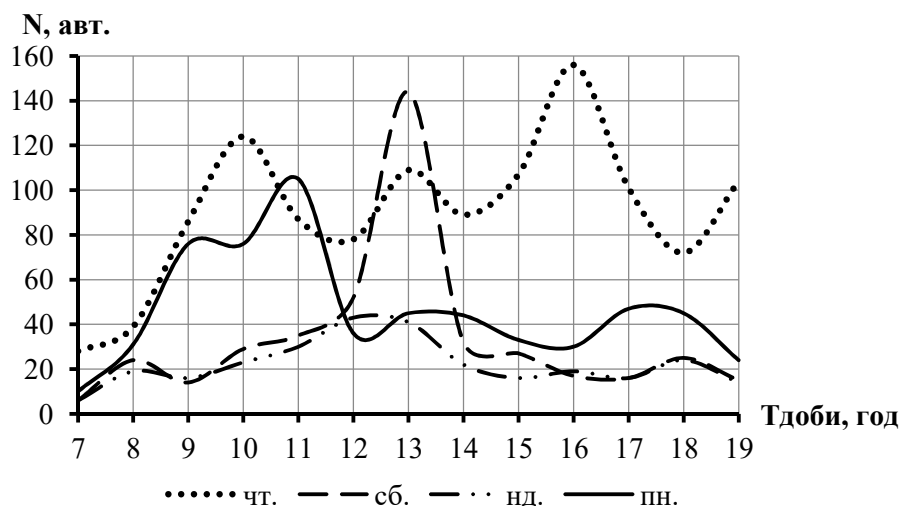


Рис. 2. Кількість вантажного автотранспорту, що рухався по вул. Хмельницьке шосе в місто

Таким чином, нами виявлені певні залежності структури потоків автомобільного автотранспорту від часу доби.

На рис. 3 представлені графічні та математичні залежності (одержані в результаті побудови поліноміальної залежності) середньої сумарної кількості автотранспорту при русі у двох напрямках (у місто та з міста) у період з 7.00 до 19.00 годин за добу.

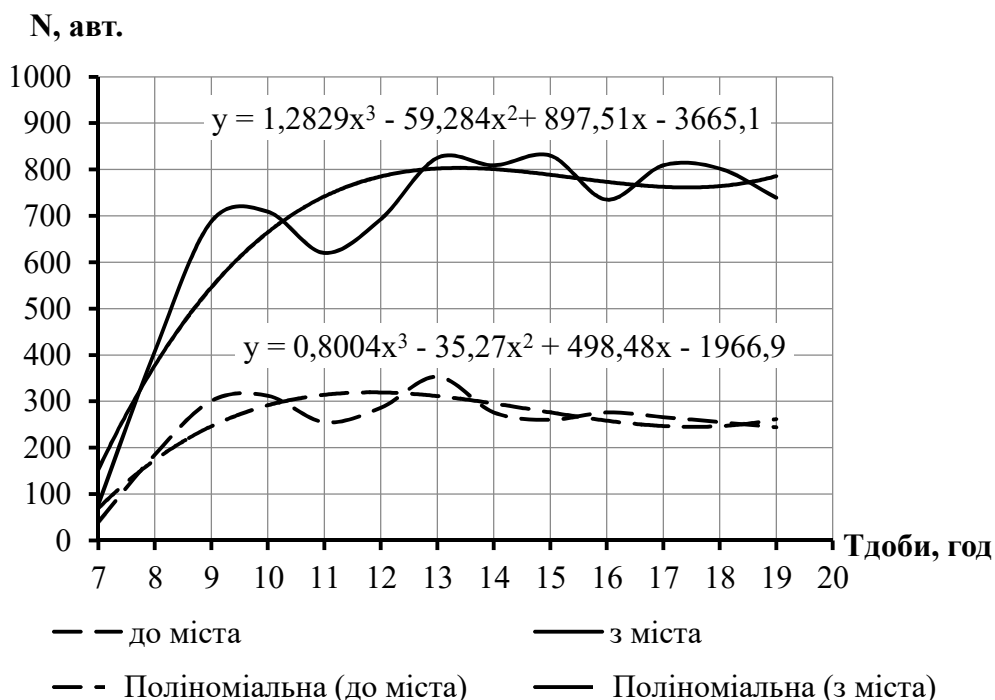


Рис. 3. Сумарна кількість автотранспорту у двох напрямках руху по вул. Хмельницьке шосе

Для оцінки шумового навантаження по Хмельницькому шосе в період з 7.00 до 19.00 годин, були розраховані еквівалентні рівні звуку, і побудовані відповідні графічна (рис. 4) і математична залежності.

Вірогідність отриманої залежності підтверджується високим значенням коефіцієнта детермінації (R^2), що дорівнює 0,97.

Отримана залежність показує, що еквівалентний рівень звуку з 7 до 19 годин, не перевищує гранично допустиме значення в 80 дБА [1].

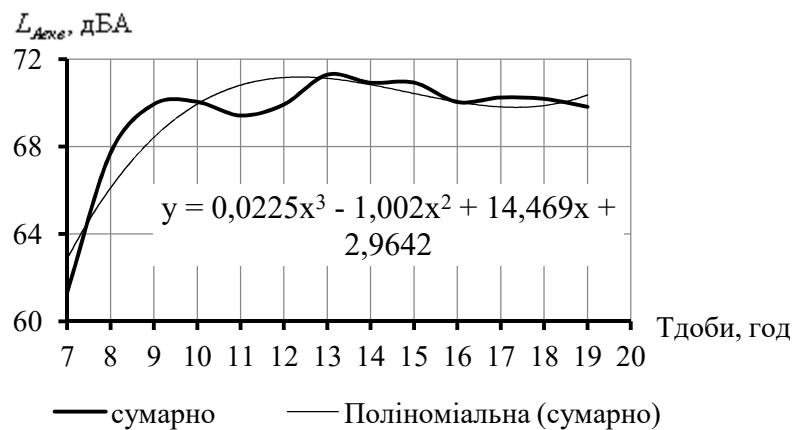


Рис. 4. Еквівалентний рівень звуку при середній швидкості руху автотранспорту 60км/год по вул. Хмельницьке шосе

Проведені дослідження показали, що еквівалентний рівень звуку по вул. Хмельницьке шосе в 2011 році не перевищує гранично допустиме значення в 80 дБА, що свідчить про раціональне планування транспортного вузла в районі в'їзду до м. Вінниця через вул. Хмельницьке шосе. На нашу думку, збереження рівня шумового навантаження в межах норми на даному транспортному вузлі було досягнуто за рахунок раціонального регулювання перехрестя та наявності біля в'їзду у місто об'їзного шосе.

Висновки. Періодичне оцінювання шумового навантаження від автомобільного транспорту дозволяє виявляти тенденції екологічного стану середовища міста для передбачення та запобігання негативному впливу на людей.

1. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження колісних транспортних засобів, що мають не менше ніж чотири колеса, стосовно створюваного ними шуму : ДСТУ UN/ECE R 51-02:2004 – UN/ECE R 51-02:1996. – [Чинний від 2006-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2005. – 32 с.

2. Левченко О. М. Зменшення рівня шумовипромінювання автомобільної шини в процесі її експлуатації: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.20 “Експлуатація та ремонт засобів транспорту” / О. М. Левченко ; Харк. нац. автомобільно-дорож. ун-т. – Х., 2009. – 23 с.

3. Загородній О. А. Вплив дорожніх умов, експлуатаційних і конструктивних параметрів автомобільних шин на рівень їх шумовипромінювання: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.20 “Експлуатація та ремонт засобів транспорту” / О. А. Загородній ; Харк. нац. автомоб.-дорож. ун-т. – Х., 2005. – 22 с.

4. Федоров В. В. Покращання екологічних показників автотранспортних засобів за рахунок зменшення їх рівня зовнішнього шуму: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.02 “Автомобілі та трактори” / В. В. Федоров ; Нац. трансп. ун-т. – К., 2004. – 19 с.

5. Петлін В. М., Гілета Л. А. Оптимізація урбоєкосистем в умовах шумового забруднення / В. М. Петлін, Л. А. Гілета // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: географія. – Тернопіль: СМП “Тайп”. – 2010. – №2 (випуск 28). – С. 198–202.

6. Morgan P. A., Nelson P. M. Integrated assessment of noise reduction measures in the road transport sector / P. A. Morgan, P. M. Nelson, H. Steven. – Project report. – TRL Limited/RWTÜV Fahrzeug GmbH, 2003. – 106 p.

7. Speron 2020 – A tool for predicting the acoustic performance of road surfaces (Leisstra 3, part project 1). Режим доступу до ресурсу : <https://www.chalmers.se/en/projects/Pages/Speron-2020-A-tool-for-predicting-the-acoustic-performance-of-road-surfaces.aspx>.

8. Луканин В. Н. Промышленно-транспортная экология / В. Н. Луканин. – М. : Высшая школа, 2003. – 273 с.

9. Акустика й електроакустика. Терміни та визначення : ДСТУ 3515-97. – [Чинний від 1997-01-08]. – К. : Державний комітет стандартизації метрології та сертифікації України, 1997. – 137 с.

10. Методические рекомендации по учету шумового загрязнения в составе территориальных комплексных схем охраны среды городов. / составитель С. В. Пестрякова. – Ленинград : Изд-во ЛенНИИПград. – 1989. – 45 с.

11. Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности. Часть 1 Основные величины и процедуры оценки : ГОСТ 31296.1-2005 – ISO 1996-1:2003. – [Действующий с 2007-01-01]. – М. : Стандартинформ, 2006. – 19 с.

REFERENCES

1. United Nations Economic Commission for Europe (1996). R 51-02:1996. *Uniform provisions concerning the approval of motor vehicles having at least four wheels with regard to their noise emissions*. UN/ECE, Geneva.

2. Levchenko, O. (2009) *Zmenschennya rivnya shumoviprominyuvannya avtomobilnoyi shini v protsesi yiyi ekspluatatsiyi*. Extended abstract of PhD. Diss. [Reduce of automobile tire noise shedding during its exploitation. Extended abstract of PhD. Diss.]. Kharkiv. 23p.

3. Zagorodniy, O. (2005) *Vpliv dorozhnikh umov, ekspluatatsiynih i konstruktivnih parametriv avtomobilnih shin na riven yih shumoviprominyuvannya*. Extended abstract of PhD. Diss. [*Road conditions, exploitation and constructive parameters of tires influence on the noise shedding level*. Extended abstract of PhD. Diss.]. Kharkiv, 22p.
4. Fedorov, V. (2004) *Pokraschannya ekologichnih pokaznikov avtrotransportnih zasobiv za rahunok zmenshennya yih rivnya zovnishnogo shumu*. Extended abstract of PhD. Diss. [*Improving vehicles environmental performance by reducing there external noise level*. Extended abstract of PhD. Diss.]. Kiev, 19p.
5. Petlin, V. & Gileta, L. (2010). Optimization of urban ecosystems in noise pollution conditions. [Optimizatsiya urboekosistem v umovah shumovogo zabrudnennya]. *Naukovi zapiski Ternopil'skogo natsionalnogo pedagogichnogo universitetu imeni Volodimira Gnatyuka*. Vol. 2, Ternopil, pp. 198–202.
6. Morgan, P. & Nelson, P. (2003) *Integrated assessment of noise reduction measures in the road transport sector*. Project report. TRL Limited/RWTÜV Fahrzeug GmbH, 106 p.
7. *Speron 2020 – A tool for predicting the acoustic performance of road surfaces* (Leisstra 3, part project 1). Available at: <https://www.chalmers.se/en/projects/Pages/Speron-2020-A-tool-for-predicting-the-acoustic-performance-of-road-surfaces.aspx>. (accessed 18.02.2016)
8. Lukanin, V. (2003). *Industrial and transport ecology*. [Promyshlennno-transportnaya ekologiya]. Moscow, Vysshaya shkola Publ. 273 p.
9. *DSTU 3515–97*. [State Standard 3515–97]. *Acoustic and electroacoustic. The terms and definitions*. Kyiv, Derzhstandart Ukrainy Publ., 1997. (In Ukrainian).
10. Pestryakov, S. (1989) *Methodic recommendation to accounting noise pollution as part of territorial complex schemes of environmental protection cities* [Metodicheskie rekomendatsii po uchetu shumovogo zagryazneniya v sostave territorialnykh kompleksnykh shem ohranyi sredi gorodov]. Leningrad. LenNIIPgrad Publ. 45p.
11. International Organization for Standardization (2003). *ISO 1996–1:2003. Noise. Description, measurement and assessment of environmental noise. Part 1. Basic quantities and assessment procedures*. ISO, Geneva.

Біліченко В.В., Гречанюк Н.С. К вопросу шумовой нагрузки на город, создаваемой автомобильным транспортом.

Проанализировано вопрос определения и оценивания влияния автомобильного транспорта на экологическое состояние города по критерию шумовой нагрузки. Проведено оценивание экологического состояния одной из транспортных развязок города.

Ключевые слова: шумовая нагрузка, эквивалентный уровень звука, интенсивность движения, транспортный поток.

V. Bilichenko, N. Hrechaniuk. On the question of noise pressure to the city, created by road transport.

Analyzed the question of determining and estimation of road transport influence on the ecological situation in the city by the noise load criterion. Evaluated ecological condition one of the city's traffic intersections.

Keywords: noise pressure, equivalent volume level, traffic density, traffic stream.

АВТОРИ:

БІЛІЧЕНКО Віктор Вікторович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: bilichenko_v@mail.ru

ГРЕЧАНЮК Микола Сергійович, кандидат технічних наук, ст. викладач кафедри комп'ютерного еколого-економічного моніторингу та інженерної графіки, Вінницький національний технічний університет, e-mail: mgrechanyk@rambler.ru

АВТОРЫ:

БИЛИЧЕНКО Виктор Викторович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой автомобилей и транспортного менеджмента, Винницкий национальный технический университет, e-mail: bilichenko_v@mail.ru

ГРЕЧАНЮК Николай Сергеевич, к.т.н., старший преподаватель кафедры компьютерного эколого-экономического мониторинга и инженерной графики, Винницкий национальный технический университет, e-mail: mgrechanyk@rambler.ru

AUTHORS:

Victor BILICHENKO, Doctor of Science in Engineering, Professor, Head of Automobiles and Transportation Management Department, Vinnitsa National Technical University, e-mail: bilichenko_v@mail.ru

Nikolay HRECHANIUK, PhD. in Engineering, Senior Lecturer of the Computer-Aided Ecological and Economic Monitoring and Engineering Graphics Department, Vinnitsa National Technical University, e-mail: mgrechanyk@rambler.ru

Стаття надійшла в редакцію 27.02.2016р.