

# Боротьба з шумовим забрудненням на залізниці

Рижко<sup>f</sup> В. Я., ORCID [0000-0002-6930-1931](https://orcid.org/0000-0002-6930-1931)

e-mail [vlad.rizhco.97@gmail.com](mailto:vlad.rizhco.97@gmail.com)

Богданов<sup>s</sup> О. В., к.т.н. доц., ORCID [0000-0002-0911-5563](https://orcid.org/0000-0002-0911-5563)

e-mail [ov.bogdanov@aae.kpi.ua](mailto:ov.bogdanov@aae.kpi.ua)

Кафедра акустики та акустoeлектроніки [acoustic.kpi.ua](http://acoustic.kpi.ua)

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» [kpi.ua](http://kpi.ua)

Київ, Україна

**Анотація**—Експериментально досліджено ділянку залізничної дороги. Шумові рівня на ділянці склали: еквівалентний - 61 дБА, еквівалентний потоку потягів - 64 дБА, максимальний - 85 дБА. Експеримент проводився в нічний час доби при найбільшій інтенсивності руху потягів. Обрана ділянка була щільно забудована, що унеможливило боротьбу з шумом методом лісових насаджень. Було запропоновано встановити колійні амортизатори та прокладок, а також шумозахисних екранів висотою не менше 2м. Виконання даних умов дозволить знизити шум на цій ділянці на 16 – 20 дБА. (еквівалентний рівень шуму має зменшитись до 41-45 дБА).

**Ключові слова** — акустика; шум; шумозахист; залізниця; шумозахисні екрани.

## I. Вступ

Проживаючи в містах, люди зіштовхуються з різними проблемами які виникають у повсякденному житті.

Однією з найшкідливіших проблем, що викликає захворювання у людей, є шумове забруднення. Зростаюче шумове забруднення великого міста також спричиняє чимало неприємностей городянам, негативно відбивається на їхньому здоров'ї та психічному стані. З розвитком усіх видів транспорту, інтенсивного будівництва збільшуються шумові навантаження на людину, зумовлюючи її роздратування, психічну неврівноваженість, безсоння і як наслідок – серцево-судинні та психічні захворювання. Тепер на вулицях Києва в багатьох районах шум іноді досягає у денні часи 80-90, а в нічні – 50-60 децибелів, що не є нормальним явищем. Дослідження показують, що саме акустичне забруднення міського середовища є одним з найвірогідніших чинників, що призводять до зростання гіпертонічної хвороби та інфаркту міокарда [1].

## II. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОБЛЕМИ

Проблема захисту від шуму, який створюється потягами, є актуальною для України, оскільки наша держава має одну із найрозвиненіших за густиною колійних мереж в Європі [2]. Питаннями шумового забруднення залізничним транспортом розглядалися багатьма авторами [3,4,5,6]. Негативний вплив шуму залізничного транспорту в міському середовищі досліджували Шумин Р.М., Йонда М.Є. [6]. Значна частина з перелічених авторів, схиляється до методу

вирішення шумового забруднення шляхом лісонасаджень вздовж залізничних колій. Проте не скрізь можна вирішити цю проблему за допомогою даного методу. В умовах міста та його своєрідного інтер'єру (інфраструктури), лісосмуга може негативно сказатись на останньому. Тому, щоб не псувати автентичний інтер'єр міста, можна застосовувати й інші методи боротьби з шумом.

## III. МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

При експериментальному дослідженні ставилась наступна задача: отримати дані шумового забруднення з певної ділянки – та при виникненні порушень шумового забруднення надати рекомендації щодо шумозахисту для зниження рівня шуму на залізничній ділянці з щільною житловою забудовою. Необхідно було врахувати умову що, за різних причин, знизувати рівень шуму за допомогою лісових насаджень не є можливим.

## IV. ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Вимірювання рівня шуму відбувалось за допомогою шумоміра 1-го класу точності Brüel & Kjær 2207. При проведенні вимірювання шумової характеристики потоку залізничних поїздів вимірювальний мікрофон був розташований на відстані  $(25 \pm 0,5)$  м від осі ближнього до точки вимірювання магістральної залізничної колії та на висоті  $(1,5 \pm 0,1)$  м від рівня землі. Вимірювальний мікрофон був направлений в сторону транспортного потоку. Оператор, який проводив вимірювання, знаходився на відстані не менше ніж 0,5 м від вимірювального мікрофона. Тривалість



періоду вимірювання шумової характеристики потоку залізничних поїздів становила не менше 1 години. Значення рівнів звуку були зчитані зі шкали шумоміра з точністю 1 дБА.

Вимірювання проводилося в похмуру але суху погоду за плюсової температури повітря та при швидкості вітру не більше 1 м / с.

V. ОБРОБКА ОТРИМАНИХ ДАНИХ

Провівши дослід, було отримано значення рівнів шуму на вибраній нами ділянці протягом однієї години. Далі, за допомогою формули:

$$L_{Aекв} = 10 \cdot \lg \left( \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^{1200} 10^{0,1L_{A_i}} \right),$$

було обраховано значення еквівалентних рівнів фонового та сумарного шуму. Величина фонового шуму досягла позначки у 42 дБА, а сумарного – 61 дБА. Еквівалентний рівень звуку кожного з потягів обчислюється за формулою:

$$L_{Aекв_i} = 10 \cdot \lg \left( \frac{10^{0,1L_{A_i}}}{T \cdot v_i} \cdot (v_i t_i + 0,6 \cdot r_0) \right),$$

результати обрахунку наведені в таблиці 1.

Еквівалентний рівень шуму потоку потягів був рівний 64 дБА.

Так, як за стандартом (ДБН 360—92) еквівалентний рівень шуму в період з 23 год – 7 год не повинен перевищувати 45 дБА, а максимальне значення шуму не повинно перевищувати 60 дБА, ми бачимо суттєве відхилення. Тому потрібно вирішити це питання шляхом встановлення відповідних шумозахисних конструкцій.

Для якісної боротися із шумом, необхідно проаналізувати джерела шуму. Так як на залізниці джерелом шуму є зазвичай потяг, то розглянемо детально як утворюється шум під час його руху. На рисунку 1 зображено графік залежності рівня шуму створюваного різними частинами поїзда від швидкості руху.

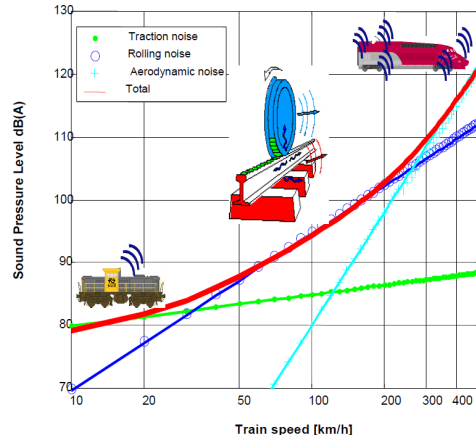


Рисунок 1. Графік залежності рівня шуму створюваного різними частинами поїзда від швидкості руху[7]

Перше – шум створений рухом колеса потяга по залізничній колії. В даному випадку звук утворюється від коливання як самої колії так і колеса. Для боротьби з таким шумом існує декілька методів. Перший з них – це зниження шуму самих колес. Метод боротьби з таким шумом розглядали в проєкті ЄС – "Безшумний вантаж" (1996-1999) [8,9] та постановили, що :

- 1) кільцеві амортизатори зменшують шум на 6 дБ;
- 2) перфорація колеса неефективна;
- 3) амортизатори, настроєні на колеса, зменшують шум до 7 дБ;
- 4) колісні щити знижують шум до 9 дБ.

Другий з них – це зниження шуму в колії за допомогою залізничних амортизаторів та прокладок, які зображені на рисунку 2 та рисунку 3 відповідно.

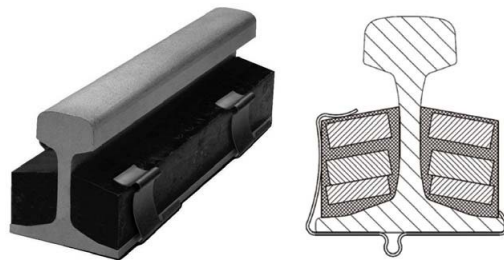


Рисунок 2. Залізничні амортизатори [7]



Рисунок 3. Залізничні прокладки [7]

ТАБЛИЦЯ 1 ЕКВІВАЛЕНТНІ РІВНІ ЗВУКУ

Тип потягу	Рівень звуку $L_{A_i}$ , дБА
Інтерсіті+	45
1 електропоїзд	53
2 електропоїзд	55
Електропоїзд	44
Пасажирський	50
+ Електропоїзд	59
Електропоїзд	45
Пасажирський	54
Пасажирський	51
Електропоїзд	43
Інтерсіті +	44
Електропоїзд	38
Електропоїзд	53
Пасажирський	45
Електропоїзд	52



Рисунок 4. Шумозахисні екрани [7]



Рисунок 5. Шумозахисні екрани [7]

За даними джерела [7], зниження рівня шуму за допомогою амортизаторів сягає 3 – 7 дБА, а завдяки прокладок 3 – 4 дБА. Отже цей метод допоможе нам знизити рівень шуму 10 дБА.

Проте цього замало, і тому потрібно ще зменшити рівень шуму на 10 дБА. Для цього розглянемо наступний метод. Так як було сказано, що шум складається з двох складників, то перейдемо до аналізу другої складової.

Друге – шум створений тягою потяга та аеродинамікою його корпусу. Для боротьби з таким шумом, потрібно вдатись до наступних методів. Перший з яких – це оновлення локомотивного депо до новітніх екземплярів. Це дозволить поступово знижувати шум за рахунок науково-технічного прогресу в сфері виробництва потягів. Адже новітні моделі поступають в продажі з покращеними двигунами та аеродинамікою. Та другий метод, який полягає у встановленні шумозахисних екранів, або ж захисту будинків, шляхом встановлення звукоізоляційних вікон.

За допомогою шумозахисних екранів, які зображені на рисунку 4 та рисунку 5, можна зменшити рівень шуму до 15 дБА. В залежності від висоти екрану можна регулювати рівень шуму. Для нашого випадку рівень шуму потрібно зменшити ще на 10 дБА. Такий рівень, за даними джерела [7], нам дозволить встановлення екранів висотою в 2м.

#### ВИСНОВОК

Виконано експериментальне дослідження, яке показало необхідність в проведенні ще таких дослідів по усій залізничній розв'язці міста Києва, задля покращення шумового фону міста.

Так як місце, де був поставлений експеримент, щільно забудоване житловими будинками та унеможливило використання найпростішого та фінансово вигідного методу (лісових насаджень), запропоновано альтернативний метод вирішення даної проблеми. Даний метод дає змогу знизити рівень шуму до офіційно встановлених норм.

Отже, виконавши усі попередньо запропоновані умови, можна досягти позитивного результату.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] Zaverukha N.M.; Serebr'akov V.V.; Skyba Yu. A. «Osnovy ekologii: navch. posibn. 2-e vud. [The basics of ecology: teach. manual 2nd view],» *Karavela*, p. 307, 2008.
- [2] Bobin YeV. «Umen'sheniye akusticheskogo zagryazneniya okruzhayushchey srody pri organizatsii skorostnogo dvizheniya poyezdov [Reduction of acoustic pollution in the organization of high-speed trains],» *Proektuvannya, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiya avtotransportnykh zasobiv ta poyizdiv*, №7, pp. 79-82, 2000.
- [3] Kirpa G.N.; Korzhenevich I.P.; Kurgan N.B. «Bor'ba s proizvodstvennym shumom na zheleznodorozhnom transporte [Combating industrial noise in railway transport],» *Transport*, p. 142, 1964
- [4] Pavlshyna O.M. «Shumopohlynal'na efektyvnist' zakhysnykh shumovykh nasadzen' zaliznyts' [Noise-absorbing efficiency of protective noise planes of railways],» *Naukovyy visn. Nats. un-tu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy*, №164, pp. 202-209, 2011
- [5] Chernyuk L.H.; Pepa T.V.; Chekhovs'ka M.M. «Transport i okhorona navkolyshn'oho seredovyshcha v rehionakh Ukrainy: navch. Posib [Transport and environmental protection in the regions of Ukraine: training. manual],» *Naukovyy svit*, p 190, 2004
- [6] Shumyn R.M.; Yonda M.Ye; «Vplyv shumu zaliznychnoho transportu na akustychnyy rezhym mista L'vova [Influence of noise of railway transport on the acoustic mode of the city of Lviv],» *Zbirka tez dopovidey naukovo-praktychnoyi konferentsiyi «Aktual'ni pytannya hihiyeny ta ekolohichnoyi bezpeky Ukrainy» 24–25 kvitnya 2003*, №5, Kyiv, 2003,  
**URL:**  
<http://www.health.gov.ua/publ/conf.nsf/bynum?openform&%20type=14739609>
- [7] Directorate general for internal policies // policy department b: Structural and cohesion policies. Reducing railway noise pollution / European Union, Brussels, 2012,  
**DOI:** [10.2861/66417](https://doi.org/10.2861/66417)
- [8] Dorsch 2009, Dr. Stefan Dorsch: State of the Art - UIC-Project, *Technology of Composite Brake Blocks*; Paris, 10.11.2009; presentation in Paris November, 10th 2009.
- [9] Hemsworth 2006, Brian Hemsworth: Noise Reduction at Source - EU Funded Projects; presentation held on conference RailNoise 2006; Pisa, 9-10 November 2006.  
**URL:** <http://www.railroadfastenings.com/blog/types-of-rail-pads.html>

# Борьба с шумовым загрязнением на железной дороге

Рыжко<sup>f</sup> В. Я., ORCID [0000-0002-6930-1931](https://orcid.org/0000-0002-6930-1931)

e-mail [vlad.rizhco.97@gmail.com](mailto:vlad.rizhco.97@gmail.com)

Богданов<sup>s</sup> А. В., к.т.н. доц., ORCID [0000-0002-0911-5563](https://orcid.org/0000-0002-0911-5563)

e-mail [ov.bogdanov@aae.kpi.ua](mailto:ov.bogdanov@aae.kpi.ua)

Кафедра акустики та акустoeлектроники [acoustic.kpi.ua](http://acoustic.kpi.ua)

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» [kpi.ua](http://kpi.ua)

Киев, Украина

*Аннотация*—Экспериментально исследованы участок железной дороги. Шумовые уровни на участке составили: эквивалентный - 61 дБА, эквивалентный потока поездов - 64 дБА, максимальный - 85 дБА. Эксперимент проводился в ночное время суток при максимальной интенсивности движения поездов. Выбранная участок был плотно застроена, что делало невозможным борьбу с шумом методом лесных насаждений. Было предложено установить путевые амортизаторы и прокладок, а также шумозащитных экранов высотой не менее 2м. Выполнение данных условий позволит снизить шум на этом участке на 16 - 20 дБА. (Эквивалентный уровень шума должна уменьшиться до 41-45 дБА).

*Ключевые слова* - акустика; шум; шумозащита; железная дорога; шумозащитные экраны.

## Noise Pollution Control on the Railway

V. Ya. Ryzhko<sup>f</sup>, ORCID [0000-0002-6930-1931](https://orcid.org/0000-0002-6930-1931)

e-mail [vlad.rizhco.97@gmail.com](mailto:vlad.rizhco.97@gmail.com)

O. V. Bogdanov<sup>s</sup>, PhD Assoc.Prof., ORCID [0000-0002-0911-5563](https://orcid.org/0000-0002-0911-5563)

e-mail [ov.bogdanov@aae.kpi.ua](mailto:ov.bogdanov@aae.kpi.ua)

Department of Acoustics and Acoustoelectronics [acoustic.kpi.ua](http://acoustic.kpi.ua)

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kiev Polytechnic Institute" [kpi.ua](http://kpi.ua)

Kyiv, Ukraine

*Abstract*—Living in cities, people are faced with various problems that arise in everyday life. One of the most harmful problems that causes diseases in humans is noise pollution. The growing noise pollution of the big city also causes a lot of troubles to the citizens, negatively affects their health and mental condition. With the development of all types of transport, intensive construction, noise loads per person increase, causing its annoyance, mental imbalance, insomnia and, as a consequence, cardiovascular and mental illness. Now, in the streets of Kyiv in many regions, noise sometimes reaches 80-90 in the daytime, and 50-60 decibels at night, which is not a normal phenomenon. So, it was decided to find a site where noise would exceed the norm, and the main source of its nature would be the railroad.

Having conducted experimental research on this section of the railway, noise levels were determined. Consequently, the equivalent noise level is 61 dBA, equivalent to the noise level of the flow of trains was 64 dBA, the maximum noise figure recorded in this section was 85 dBA. This experiment was conducted at night with the greatest intensity of trains. So, as the standard (DBN 360-92), the equivalent noise level in the period from 23 h - 7 h should not exceed 45 dBA, and the maximum noise level should not exceed 60 dBA. So we see a significant deviation from the norms, so you need to develop methods to combat noise. Since the selected site was densely built up, which made it impossible to combat noise by the method of forest plantations, so this issue was solved by establishing appropriate noise protection structures that would operate on different sources. Knowing that the noise arises not only from the rumble of the tractor of our tractor train, but also the rattle of the wheels on the track and the flow of air of the train body. So, to reduce noise, you need to consider all these sources.

Consequently, in order to reduce the noise caused by rolling the wheel along the track, it was proposed to install road dampers and liners that reduce noise to 10 dB. And to reduce the noise already in the air, it is proposed to install noise protection screens of a height of at least 2m, which allows to reduce the noise level by another 15 dBA. Execution of these conditions will allow us to reduce the noise level in this area by 16 - 20 dBA. (the equivalent noise level should be reduced to 41-45 dBA).

Consequently, this experimental study carried out showed us the need to carry out such experiments not only along the whole railway connection of the city of Kyiv or other cities of Ukraine, but also measurements on automobile or ship solutions or construction sites. This will detect problem areas, and depending on the source of noise, fight with them to improve the noise background. And this, in turn, will have a positive effect on the psychological state of man.

So let's make a world in which we live better!

*Keywords* — acoustics; noise; noise protection; railway; noise protection screens.

