

ГІГІЄНА ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ

HYGIENE OF PHYSICAL FACTORS

<https://doi.org/10.32402/hygiene2025.75.057>

УДК 614.7

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ ВНЕСКУ ШУМУ АВТОТРАНСПОРТУ В АКУСТИЧНЕ НАВАНТАЖЕННЯ НА НАСЕЛЕННЯ У ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕННЯХ

Семашко П.В., Думанський В.Ю., Гоц О.В., Безверха А.П., Сердюк Є.А., Зотов С.В.

ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України», м. Київ, Україна
e-mail: pws240653@gmail.com

Семашко П.В. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-3075-4245>

Думанський В.Ю. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2704-1649>

Гоц О.В. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6044-343X>

Безверха А.П. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5362-2899>

Зотов С.В. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6392-2238>

Акустичний стан житла представляє собою енергетичну суму рівнів звуків комплексів зовнішніх та внутрішніх джерел, які потребують певних обмежень їх акустичних характеристик, щоб забезпечити в житлі комфортні умови проживання. На акустичний стан житла можуть впливати наступні основні групи джерел які можуть в діяти в різних комбінаціях: автотранспортні потоки, потоки залізничного транспорту, літаки цивільної авіації, побутова техніка, шуми від сусідів, інженерне обладнання будинків та вбудованих об'єктів, різноманітні виробничі об'єкти.

Метою даної роботи було розробити методичні підходи до розрахунку внеску шуму автотранспорту в сумарне акустичне навантаження населення у житлі.

Об'єкт і методи дослідження. Акустичне навантаження на населення у житлових приміщеннях зумовлене дією шуму автотранспорту. Акустичні розрахунки.

Результати та їх обговорення. Встановлено, що для даної мети, за основу, може бути застосована формула розрахунку рівня звукового впливу (Sound Exposure Level (SEL)) згідно з ISO 1996-1:2016(en).

Методика повинна включати наступні основні етапи:

1. Визначитися з групами джерел шуму, які формують акустичне навантаження у житлі у конкретному випадку.
2. Визначитися з акустичними характеристиками автотранспортного потоку.
3. Визначити шляхом вимірів або розрахунків еквівалентний рівень звуку від автотранспортного потоку на прилеглій до будинку території за денний або нічний час доби.

4. *Визначити шляхом вимірів або розрахунків еквівалентний рівень звуку від автотранспортного потоку у житлі (за денний або нічний час доби).*
5. *Визначитися з часом оцінки (денний або нічний).*
6. *Визначити еквівалентні рівні окремих джерел в кожній групі за час впливу.*
7. *Визначити рівні звукової експозиції окремих джерел в кожній групі за час оцінки.*
8. *Визначити сумарні еквівалентні рівні кожної групи джерел за час оцінки.*
9. *Визначити сумарні еквівалентні рівні всіх груп джерел за час оцінки.*
10. *Визначити відсотковий внесок окремих груп джерел у формування сумарного рівня звукової експозиції.*

Висновки. Дана методика може бути використана для: визначення внеску шуму автотранспортних потоків у формування акустичного навантаження населення у житлі; визначення закономірностей формування шумового навантаження населення в умовах проживання; прийняття управлінських рішень при розробці заходів зі зменшення акустичного навантаження на населення.

Ключові слова. Акустичне навантаження, рівень звукового впливу, еквівалентний рівень звуку, автотранспортний потік, звукова експозиція.

METHODOLOGICAL APPROACHES TO ASSESSING THE CONTRIBUTION OF VEHICLE NOISE TO THE ACOUSTIC LOAD ON THE POPULATION IN RESIDENTIAL PREMISES

P.V. Semashko, V.Yu. Dumanskyi, O.V. Hots, A.P. Bezverkha, Ye.A. Serdiuk, S.V. Zotov

SI "Marzheiev Institute for Public Health of the NAMS of Ukraine", Kyiv, Ukraine

The acoustic condition of a dwelling is the energy sum of the sound levels of complexes of external and internal sources that require certain limitations on their acoustic characteristics to ensure comfortable living conditions in the dwelling. The acoustic condition of a home can be influenced by the following main groups of sources that can act in various combinations: road traffic flows, rail traffic flows, civil aviation aircraft, household appliances, noise from neighbors, engineering equipment of houses and built-in facilities, and various production facilities.

The aim of this work was to develop methodological approaches to calculating the contribution of vehicle noise to the total acoustic load on the population in housing.

Object and methods. Acoustic load on the population in residential premises, which is caused by the effect of vehicle noise. Acoustic calculations.

Results and discussion. It has been established that for this purpose, the Sound Exposure Level (SEL) calculation formula according to ISO 1996-1:2016(en) can be used as a basis.

The methodology should include the following main stages:

1. *Determine the groups of noise sources that form the acoustic load in the dwelling in a specific case.*
2. *Determine the acoustic characteristics of the traffic flow.*
3. *Determine by measurements or calculations the equivalent sound level from the traffic flow in the area adjacent to the house during the day or night.*
4. *Determine by measurements or calculations the equivalent sound level from the traffic flow in the dwelling (during the day or night).*
5. *Determine the assessment time (day or night).*
6. *Determine the equivalent levels of individual sources in each group during the exposure time.*
7. *Determine the sound exposure levels of individual sources in each group during the assessment time.*

8. Determine the total equivalent levels of each group of sources during the assessment time.
9. Determine the total equivalent levels of all groups of sources during the assessment time.
10. Determine the percentage contribution of individual groups of sources to the formation of the total level of sound exposure.

Conclusions. This methodology can be used to: determine the contribution of traffic noise to the formation of the acoustic load of the population in housing; determine the patterns of the formation of the noise load of the population in living conditions; make management decisions when developing measures to reduce the acoustic load on the population.

Keywords. Acoustic load, sound exposure level, equivalent sound level, traffic flow, sound exposure.

Акустичний стан житла представляє собою енергетичну суму рівнів звуків комплексів зовнішніх та внутрішніх джерел, які потребують певних обмежень їх акустичних характеристик, щоб забезпечити в житлі комфортні умови проживання. На акустичний стан житла можуть впливати наступні основні групи джерел які можуть в діяти в різних комбінаціях:

- автотранспортні потоки;
- потоки залізничного транспорту;
- літаки цивільної авіації;
- побутова техніка;
- шуми від сусідів;
- інженерне обладнання будинків та вбудованих об'єктів;
- різноманітні виробничі об'єкти.

Слід зауважити, що кожна група зовнішніх та внутрішніх джерел має медико-санітарне обґрунтування в технічній і будівельній проєктній документації стосовно безпечного впливу на населення в місцях проживання. При цьому сумарний вплив різних груп джерел та їх внесок в сумарне акустичне навантаження населення не враховується.

Згідно з публікаціями ВОЗ та Європейської агенції з охорони оточуючого середовища [1] шум автотранспортних потоків є основним зовнішнім джерелом акустичної енергії, яке викликає скарги на акустичний стан житла у більшості населення країн ЄС, як у денний так і в нічний час доби [2,3].

На нашу думку, з практичної точки зору, було б корисно мати уяву про формування акустичного навантаження населення для прийняття управлінських рішень, направлених на його зменшення.

Метою даної роботи було розробити методичні підходи до розрахунку внеску шуму автотранспорту в сумарне акустичне навантаження населення у житлі.

Об'єкт і методи дослідження. Акустичне навантаження на населення у житлових приміщеннях, яке зумовлене дією шуму автотранспорту. Акустичні розрахунки.

Результати та їх обговорення. Встановлено, що для даної мети, за основу, може бути застосована формула розрахунку рівня звукового впливу (Sound Exposure Level (SEL)) згідно з ISO 1996-1:2016(en) [4].

Методика з використанням SEL, на нашу думку, повинна включати наступні основні етапи:

1. Визначитися з групами джерел шуму, які формують акустичне навантаження у житлі у конкретному випадку. У даному випадку, одна з груп це автотранспортний потік.
2. Визначитися з акустичними характеристиками автотранспортного потоку.
3. Визначити, шляхом вимірів або розрахунків, еквівалентний рівень звуку від автотранспортного потоку на прилеглий до будинку території за денний або нічний час доби за формулою (спрощена формула):

$$L_{Aeqv,тер} = L_{Aeq \text{ потоку}} - 10 \lg \left(\frac{r_2}{r_1} \right) \quad (1)$$

де:

$L_{Aeq,тер}$ – еквівалентний рівень звуку в 2-х м від фасаду, дБА;

$L_{Aeq,потоку}$ – еквівалентний рівень звуку автотранспортного потоку за денний або нічний час доби на стандартній відстані r_1 (7,5м), дБА;

r_2 – відстань від осі 1-ї смуги руху до будинку мінус 2 м.

4. Визначити, шляхом вимірів або розрахунків, еквівалентний рівень звуку від автотранспортного потоку у житлі (за денний або нічний час доби) за формулою:

$$L_{Aeq \text{ житло}} = L_{Aeqтер} - \Delta L_{\text{вікна}} + \Delta L_{\text{прим}} \quad (2)$$

де:

$L_{Aeqжитло}$ – еквівалентний рівень звуку автотранспортного потоку у житлі за денний або нічний час, дБА;

$L_{Aeq,тер}$ – еквівалентний рівень звуку в 2-х м від фасаду відповідно за денний або нічний час, дБА;

$\Delta L_{\text{вікна}}$ – зниження рівня шуму конструкцією вікна (режим провітрювання), дБА;

$\Delta L_{\text{прим}}$ – зниження рівня шуму в об'ємі приміщення, дБА.

Більш детальний опис розрахунків очікуваних рівнів шуму в приміщеннях та на прилеглих до будинків територіях надано в [5,6].

5. Визначитися з часом оцінки (денний або нічний).

При цьому слід враховувати, що:

- тривалість денного часу 14 годин або 50400 с;
- тривалість нічного часу 10 годин або 36000 с.

6. Визначити еквівалентні рівні окремих джерел в кожній групі за час впливу (за тривалість звучання), $L_{Aeq,T}$, дБА

7. Визначити рівні звукової експозиції окремих джерел в кожній групі за час оцінки, $SEL_{A,i}$.

8. Визначити сумарні еквівалентні рівні кожної групи джерел за час оцінки, $SEL_{A,Sum}$.

9. Визначити сумарні еквівалентні рівні всіх груп джерел за час оцінки, $SEL_{A,Sum}$.

10. Визначити відсотковий внесок окремих груп джерел у формування сумарного рівня звукової експозиції, $P_i\%$.

В основу розрахунків покладено залежність рівня звукової експозиції конкретного джерела від її еквівалентного рівня звуку:

$$SEL_{A,i} = L_{Aeq,T} + 10 \cdot \lg \left(\frac{T}{T_0} \right) \quad (3)$$

де:

$SEL_{A,i}$ – рівень звукового впливу і-го джерел за час оцінки, дБ (А);

L_{Aeq} – еквівалентний рівень звуку джерела за час його впливу T (за тривалість звучання);

T – час впливу, с;

T_0 – час оцінки (день або ніч), с.

Сумарний рівень звукового впливу від декількох джерел однієї групи (або від декількох груп джерел) визначається формулою:

$$SEL_{A\text{ Sum}} = 10 \cdot \lg \left(\sum_{i=1}^N 10^{0,1 \cdot SEL_{A,i}} \right) \quad (4)$$

де:

$SEL_{A,i}$ – рівень звукового впливу i -го джерела, дБ (А);

Внесок окремого еквівалентного рівня звуку у формування сумарних еквівалентних рівнів джерел (зовнішніх або внутрішніх або комплексу зовнішніх та внутрішніх) пропонується проводити за формулою:

$$P_i\% = (10^{0,1 \cdot (SEL_{A,i} - SEL_{A\text{ Sum}})}) \cdot 100 \quad (5)$$

де:

$P_i\%$ – внесок рівня звукового впливу окремого джерела у формування сумарного рівня звукового впливу, %;

$SEL_{A,i}$ – рівень звукового впливу від i -го джерела, дБА;

$SEL_{A\text{ Sum}}$ – сумарний рівень звукового впливу.

Висновки

Дана методика може бути використана для:

- визначення внеску шуму автотранспортних потоків у формування акустичного навантаження населення у житлі;
- визначення закономірностей формування шумового навантаження населення в умовах проживання;
- прийняття управлінських рішень при розробці заходів зі зменшення акустичного навантаження на населення.

Внески авторів:

Семашко П.В. – концептуалізація, методологія, адміністрування проєкту, дослідження, формальний аналіз, написання, редагування, рецензування;

Думанський В.Ю. – методологія, дослідження, формальний аналіз;

Гоц О.В. – дослідження, формальний аналіз;

Безверха А.П. – дослідження, формальний аналіз, написання, редагування, рецензування.

Сердюк Є.А. – дослідження, формальний аналіз.

Зотов С.В. – дослідження, формальний аналіз.

Фінансування. Робота виконувалась в рамках НДР «Розробка та вдосконалення методичних підходів до прогнозування акустичного стану та нормування вібрації житлового середовища».

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

REFERENCES

1. European Environment Agency. Environmental noise in Europe – 2020. Copenhagen: European Environment Agency; 2020. 100 p. Available from: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/environmental-noise-in-europe>
2. World Health Organization. Environmental noise guidelines for the European region. Copenhagen: World Health Organization; 2018. 181 p. Available from: <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/f53c45ba-11d3-4502-a424-c1cf49f5a053/content>

3. World Health Organization. Night noise guidelines for Europe. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2009. Available from: <https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289041737>
4. International Organization for Standardization. ISO 1996-1:2016(en) Acoustics — Description, measurement and assessment of environmental noise – Part 1: Basic quantities and assessment procedures. Geneva: International Organization for Standardization; 2016. Available from: <https://www.iso.org/standard/59765.html>
5. SSU N B V.1.1-33:2013. [Guidelines for calculating and designing noise protection for residential areas]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy; 2013.
6. SSU N B V.1.1-35:2013. [Guidance on calculating noise levels in premises and areas]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy; 2013.

Надійшла до редакції / Received: 22.09.2025