

COMBINED EQUIVALENT SOUND LEVELS AS A CRITERION FOR THE ACOUSTIC STATE HYGIENIC ASSESSMENT OF THE TERRITORIES

Semashko P.V.

КОМБІНОВАНІ ЕКВІВАЛЕНТНІ РІВНІ ЗВУКУ ЯК КРИТЕРІЇ ГІГІЄНІЧНОЇ ОЦІНКИ АКУСТИЧНОГО СТАНУ ТЕРИТОРІЙ

Н

ині у країнах Євросоюзу основними документами, які містять вимоги до комунального шуму довкілля, оцінки його впливу на населення та управління акустичним забрудненням, є Керівництво з комунального шуму [1] та Директива Європейської комісії 2002/49/EC від 25.06.2002 р. [2].

Директива 2002/49/EC вимагає від країн Європейської спільноти створення карт шуму та розробки планів боротьби з шумом для агломерацій з населенням понад 100000 осіб, автодоріг з пропускною спроможністю більше ніж 3000000 автомобілів на рік (близько 8000 на день), залізничних доріг з пропускною здатністю більше 30000 поїздів на рік, цивільних аеропортів, які мають понад 50000 операцій на рік (приблизно 135 на добу).

При створенні карт шуму для оцінки акустичного стану територій пропонуються до використання комбіновані еквівалентні рівні звуку за тривалий час спостереження (L_{den} , L_{dn}). Крім того, ці критерії пропонуються для встановлення залежностей "рівень шуму — роздратування".

Слід відзначити, що використання цих критеріїв пов'язане з тривалим спостереженням за акустичною ситуацією у денний та нічний час (протягом року).

Не має сенсу проводити такі спостереження в одній точці. Кількість цих точок має бути досить великою, щоб охарактеризувати певну територію. Це вимагає широкомасштабного моніторингу і великих матеріальних витрат на придбання та обслуговування обладнання.

У зв'язку з широким застосуванням цих критеріїв у країнах Євросоюзу виникає питання про доцільність застосування їх в Україні.

Слід відзначити, що існуючі нормативи допустимих рівнів звуку на територіях населених пунктів України використовують в якості критеріїв гігієнічної оцінки еквівалентні рівні звуку окремо у денний та нічний час доби. Ці нормативи базуються на результатах медико-біологічних та соціальних досліджень і, таким чином, відображають реакцію людини на отриману звукову енергію.

Для обґрунтування комбінованих рівнів L_{den} та L_{dn} в якості гігієнічних нормативів досліджуються залежності "рівень шуму — роздратування". При цьому роздратування встановлюють шляхом опитування не за денний та нічний час доби окремо, а за добу. Такий підхід, з нашої точки зору, не враховує фізіоло-

СЕМАШКО П.В.

ДУ "Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України", м. Київ

УДК
613.164:613.644:6
28.517

КОМБИНИРОВАННЫЕ ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ УРОВНИ ЗВУКА КАК КРИТЕРИЙ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ АКУСТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИЙ

Семашко П.В.

ГУ "Институт гигиены и медицинской экологии им. А.Н. Марзеева НАМН Украины", г. Киев

Цель исследования. Установить целесообразность применения комбинированных эквивалентных уровней звука L_{den} и L_{dn} в качестве критерия гигиенической оценки акустического состояния территорий жилой застройки.

Материалы и методы исследования. Расчет зависимостей "уровень транспортного шума — раздражение" проводили в соответствии с рекомендациями ВОЗ (Burden of disease from environmental noise. Quantification of healthy life years lost in Europe; Night noise guidelines for Europe). Расчет комбинированного уровня осуществляли в соответствии с Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25.06.2002 relating to the assessment and management of environmental noise.

Результаты исследования. Доказано, что при применении комбинированных эквивалентных уровней звука L_{den} , L_{dn} для гигиенической оценки акустического состояния жилых территорий возможны нарушения существующих допустимых эквивалентных уровней. Установлено, что комбинированные

эквивалентные уровни звука L_{den} и L_{dn} — это одночисловые критерии, которые не учитывают физиологическое состояние человека в разные периоды активности ЦНС (работа, отдых, сон) и не могут быть рекомендованы для гигиенической оценки акустического состояния территорий жилой застройки. Доказано, что использование критериев L_{den} и L_{dn} для определения процента жалоб населения (оценка "сильно раздражает") на шум транспортных потоков занижает процент жалоб населения в сравнении с оценкой по критериям $L_{night} + L_{day}$ (суммарный процент жалоб за ночное и дневное время суток), занижает процент жалоб населения в сравнении с оценкой по критериям L_{night} (жалобы в ночное время суток), скрывает распределение жалоб в зависимости от времени суток, что затрудняет принятие верных управленческих решений.

Выводы. Комбинированные эквивалентные уровни звука не рекомендуется использовать в качестве критериев гигиенической оценки акустического состояния жилых территорий.

Наиболее приемлемыми критериями гигиенической оценки звука территорий жилой застройки являются эквивалентные уровни L_{day} и L_{night} .

Ключевые слова: комбинированные эквивалентные уровни звука, транспортные потоки, жалобы населения, гигиеническая оценка.

гічний стан людини у різні періоди активності ЦНС (робота, відпочинок, сон), що викликає великі сумніви у доцільності використання комбінованих рівнів в якості критеріїв гігієнічної оцінки.

Метою роботи було встановити доцільність застосування комбінованих еквівалентних рівнів звуку в якості критерію гігієнічної оцінки акустичного стану території житлової забудови.

Передбачалося

□ проаналізувати формули для розрахунків комбінованих рівнів звуку;

□ розрахувати нормативні комбіновані рівні звуку для території за існуючими допустимими еквівалентними рівнями звуку для денного та нічного часу доби;

□ розрахунковим шляхом перевірити можливість перевикористання існуючих допустимих еквівалентних рівнів звуку для денного або нічного часу доби при застосуванні добових комбінованих рівнів;

□ провести порівняльну оцінку відсотка сильно роздратованого шумом транспортних потоків населення при використанні таких критеріїв, як L_{den} , L_{dn} , L_{night} , L_{day} та $L_{night} + L_{day}$.

Методики. Розрахунки відсотка роздратованого населення (оцінка "дуже заважає") під час впливу шуму літаків цивільної авіації, автотранспортних потоків та потоків залізничного транспорту за критеріями L_{den} , L_{dn} , L_{night} , L_{day} проводили згідно з [4-6].

Результати роботи. Розрізняють такі комбіновані еквівалентні рівні звуку: L_{den} та L_{dn} .

L_{den} — комбінований еквівалентний рівень звуку, в якому враховується розподіл еквівалентних рівнів звуку протягом доби за денний, вечірній та нічний час. L_{den} розраховується за формулою 1.

$$L_{den} = 10 \log 1/24 [12 \times 10^{0,1(L_d)} + 4 \times 10^{0,1(L_e+5)} + 8 \times 10^{0,1(L_n+10)}], (1)$$

де L_d — середній еквівалентний рівень шуму за день (з 7 до 19 години); L_e — середній еквівалентний рівень шуму за вечір (з 19 до 23 години); L_n — середній еквівалентний рівень шуму за ніч (з 23 до 7 години).

Як видно з формули 1, Директива ЄС використовує такі значення параметрів: $d = 12$ годин; $e = 4$ години; $K_d = 0$ дБА; $K_e = 5$ дБА; $K_n = 10$ дБА.

За інших значень цих параметрів застосовуються інші формули.

Для визначення оціночного рівня звуку за період "день — ве-



ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

чір — ніч" використовується формула 2.

лентний рівень звуку за денний час доби, дБА; L_n — еквівалент-

$$L_{Rden} = 10 \log [d/24 \times 10^{0,1(L_d+K_d)} + e/24 \times 10^{0,1(L_e+K_e)} + \frac{24-d-e}{24} 10^{0,1(L_n+K_n)}], (2)$$

де L_{Rden} — комбінований еквівалентний рівень звуку за денний, вечірній та нічний час доби, дБА; L_d — еквівалентний рівень звуку за денний час доби, дБА; K_d — корекція на вихідні дні (якщо застосовується), дБА; d — тривалість денного часу доби, години; L_n — еквівалентний рівень звуку за нічний час доби, дБА; K_n — корекція на нічний час доби, дБА; e — тривалість вечірнього часу доби, години; L_e — еквівалентний рівень звуку за вечірній час доби, дБА; K_e — корекція на вечірній час доби, дБА.

Слід відзначити, що при значеннях $d = 12$ годин; $e = 4$ години; $K_d = 0$ дБА; $K_e = 5$ дБА; $K_n = 10$ дБА формула 2 перетворюється на формулу 1.

У деяких країнах не нормується рівень звуку у вечірній час доби. Для таких випадків застосовується формула 3.

$$L_{Rden} = 10 \times \log [d/24 \times [10^{0,1(L_d+K_d)} + \frac{24-d}{24} 10^{0,1(L_n+K_n)}], (3)$$

де L_{Rden} — комбінований (добовий) еквівалентний рівень звуку за денний та нічний час доби,

дБА; d — тривалість денного часу доби, години; L_d — еквіва-

ний рівень звуку за нічний час доби, дБА; K_d — корекція на вихідні дні (якщо застосовується), дБА; K_n — корекція на нічний час доби, дБА.

Як можна бачити з наведених формул, комбіновані еквівалентні рівні звуку є, по суті, енергетичною сумою еквівалентних рівнів звуку за окремі періоди доби. З цього випливає той факт, що необхідна сума (допустимий добовий рівень) може досягатися за різних значень складових. Нижче представлено приклад такої ситуації.

З наведених у таблиці 1 результатів видно, що при використанні допустимих еквівалентних рівнів звуку для денного та нічного часу доби (65 та 55 дБА відповідно) розрахунковий допустимий комбінований (добовий) рівень дорівнює 65 дБА.

Як можна бачити з результатів, представлених у таблиці 2, при

зменшенні оціночного рівня для денного часу нижче допустимого на 3 дБА стане можливим підвищити рівень звуку для нічного часу доби на 3 дБА. Допустимий добовий рівень при цьому зберігається.

Таким чином доведено, що при застосуванні комбінованих еквівалентних рівнів звуків L_{den} , L_{dn}

Таблиця 1

Результати розрахунків допустимого комбінованого (добового) еквівалентного рівня звуку L_{dn} , дБА

Розрахункові параметри	Вхідні дані та результати розрахунку
Тривалість денного часу, годин	16,0
Допустимий рівень для денного часу, дБА	65,0
Допустимий рівень для нічного часу, дБА	55,0
Корекція для вихідних, дБА (K_d)	0,0
Корекція для нічного часу, дБА (K_n)	10,0
Допустимий комбінований рівень L_{dn} , дБА	65,0

COMBINED EQUIVALENT SOUND LEVELS
AS A CRITERION FOR THE ACOUSTIC STATE
HYGIENIC ASSESSMENT OF THE TERRITORIES

Semashko P.V.

State Institution "O.M. Marzeiev Institute for Hygiene and Medical Ecology, National Academy of Medical Sciences of Ukraine" Kyiv

Objective. We established the expediency of the application of the combined equivalent L_{den} and L_{dn} sound levels as a criterion for the hygienic assessment of the acoustic state of residential building territories.

Materials and Methods. The calculation of the "level of traffic noise — irritation" dependences was performed in accordance with the WHO recommendations (Burden of disease from environmental noise. Quantification of healthy life years lost in Europe; Night noise guidelines for Europe). The calculation of the combined level was conducted in accordance with the Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25.06.2002 relating to the assessment and management of environmental noise.

Results. We proved that violations of the existing allowable equivalent levels were possible at the application of the combined equivalent sound levels L_{den} , L_{dn} sound levels for the hygienic assessment of the acoustic state of the residential territories. We estab-

lished that combined equivalent L_{den} and L_{dn} sound levels were one numerical criteria, they didn't take into account a man physiological state at different periods of the CNS activity (work, rest, sleep). Thus, they can't be recommended for the hygienic assessment of the acoustic state of residential building territories. The application of L_{den} and L_{dn} criteria for the determination of the percentage of the population complaints ("irritate heavily") on the traffic was proved to underestimate a percentage of the population complaints in comparison with the assessment by $L_{night}+L_{day}$ criteria (total percentage of the complaints over night and day time), to underestimate a percentage of the population complaints in comparison with the assessment by L_{night} criteria (complaints at night), to hide a distribution of the complaints depending on the daytime, it impedes to make a correct management decisions.

Conclusions. Combined equivalent sound levels are not recommended to use as the criteria for the hygienic assessment of the acoustic state of residential territories. The most appropriate criteria for hygienic sound assessment of residential building territories are the equivalent L_{day} and L_{night} levels.

Keywords: combined equivalent sound levels, traffic, complaints of population, hygienic assessment.

для гігієнічної оцінки акустичного стану сільбищних територій можливі порушення існуючих допустимих еквівалентних рівнів звуку.

Також було доцільним порівняти відсоток роздратованого населення загалом за добу за до-

помогою добових критеріїв L_{den} та L_{dn} з сумарним відсотком роздратованого населення окремо за денний та за нічний час доби ($L_{night} + L_{day}$).

Порівняння результатів розрахунків представлено у табл. 3-5.

Таблиця 2

Результати розрахунків очікуваного комбінованого рівня звуку L_{dn} , дБА (можливий варіант)

Розрахункові параметри	Вхідні дані та результати розрахунку
Тривалість денного часу, годин (d)	16,0
Оцінювальний рівень для денного часу, дБА (L_{Rd})	62,0
Оцінювальний рівень для нічного часу, дБА (L_{Rn})	58,0
Корекція для вихідних, дБА (Kd)	0,0
Корекція для нічного часу, дБА (Kn)	10,0
Комбінований рівень L_{dn} , дБА	65,0

Таблиця 3

Порівняння відсотка скарг населення на шум літаків за різними критеріями оцінки

Еквівалентні рівні звуку	Відсоток скарг населення (НА) від впливу шуму літаків, %				
	L_{den}	L_{dn}	L_{night}	L_{day}	$L_{night} + L_{day}$
45,0	1,1	1,4	5,1	1,1	6,2
47,5	2,5	3,1	6,2	2,5	8,7
50,0	4,4	5,3	7,4	4,4	11,8
52,5	6,7	7,9	8,8	6,7	15,5
55,0	9,5	11,0	10,4	9,5	19,9
57,5	12,8	14,6	12,2	12,8	25,0
60,0	16,5	18,6	14,1	16,5	30,6
62,5	20,6	23,0	16,3	20,6	36,9
65,0	25,2	27,8	18,6	25,2	43,8
67,5	30,1	32,9	21,1	30,1	51,3
70,0	35,5	38,5	23,8	35,5	59,3
72,5	41,3	44,4	26,7	41,3	68,0
75,0	47,4	50,7	29,8	47,4	77,2

Як видно з отриманих результатів, представлених у таблиці 3, використання критеріїв L_{den} та L_{dn} для визначення відсотка скарг населення (НА) під впливом літаків цивільної авіації

□ знижує відсоток скарг населення порівняно з оцінкою за критеріями $L_{night} + L_{day}$ (сумарний відсоток скарг за нічний та денний час доби);

□ знижує відсоток скарг порівняно з оцінкою за критеріями L_{night} (скарги у нічний час доби);

□ скриває розподіл скарг залежно від часу доби, що утруднює прийняття вірних управлінських рішень.

З наданих у таблиці 4 результатів видно, що використання критеріїв L_{den} та L_{dn} для визначення відсотка скарг населення (НА) під впливом шуму автотранспорту

□ знижує відсоток скарг населення порівняно з оцінкою за критеріями $L_{night} + L_{day}$ (сумарний відсоток скарг за нічний та денний час доби);

□ знижує відсоток скарг населення порівняно з оцінкою за критеріями L_{night} (скарги у нічний час доби);

□ скриває розподіл скарг залежно від часу доби, що утруднює прийняття вірних управлінських рішень.

Результати, наведені у таблиці 5, доводять, що використання критеріїв L_{den} та L_{dn} для визначення відсотка скарг населення (НА) під впливом шуму залізничного транспорту

□ знижує відсоток скарг населення порівняно з оцінкою за критеріями $L_{night} + L_{day}$ (сумар-

ний відсоток скарг за нічний та денний час доби);

□ знижує відсоток скарг населення порівняно з оцінкою за критеріями L_{night} (скарги у нічний час доби);

□ скриває розподіл скарг залежно від часу доби, що утруднює прийняття вірних управлінських рішень.

Також треба відрізнити відсоток скарг від відсотка скаржників. Скаржник може бути один, а скаржитися він може на шум у денний, нічний та вечірній час доби.

Висновки

Доведено, що при застосуванні комбінованих (добових) еквівалентних рівнів звуків, L_{den} , L_{dn} для гігієнічної оцінки акустичного стану сельбищних територій можливі

порушення існуючих допустимих еквівалентних рівнів звуку.

Доведено, що використання критеріїв L_{den} та L_{dn} для визначення відсотка скарг населення (НА) під впливом шуму транспортних потоків знижує відсоток скарг населення порівняно з оцінкою за критеріями $L_{night} + L_{day}$ (сумарний відсоток скарг за нічний та денний час доби); знижує відсоток скарг населення порівняно з оцінкою за критеріями L_{night} (скарги у нічний час доби); скриває розподіл скарг залежно від часу доби, що утруднює прийняття вірних управлінських рішень.

Встановлено, що найбільш прийнятними критеріями гігієнічної оцінки звуку територій населених пунктів є еквівалентні рівні L_{day} , L_{night} .

Таблиця 4

Порівняння відсотка скарг населення на шум автотранспорту за різними критеріями оцінки

Еквівалентні рівні звуку	Відсоток скарг населення (НА) від впливу шуму автотранспорту, %				
	L_{den}	L_{dn}	L_{night}	L_{day}	$L_{night} + L_{day}$
45,0	1,4	1,5	3,6	1,4	5,1
47,5	2,5	2,7	4,5	2,5	7,0
50,0	3,7	3,8	5,5	3,7	9,1
52,5	4,9	5,1	6,6	4,9	11,6
55,0	6,4	6,6	8,0	6,4	14,4
57,5	8,2	8,4	9,6	8,2	17,7
60,0	10,3	10,6	11,3	10,3	21,6
62,5	13,0	13,2	13,2	13,0	26,2
65,0	16,2	16,5	15,3	16,2	31,5
67,5	20,1	20,4	17,6	20,1	37,7
70,0	24,7	25,1	20,1	24,7	44,8
72,5	30,2	30,6	22,8	30,2	53,0
75,0	36,7	37,1	25,6	36,7	62,4

Таблиця 5

Порівняння відсотка скарг населення на шум залізничного транспорту за різними критеріями оцінки

Еквівалентні рівні звуку	Відсоток скарг населення (НА) від впливу шуму залізничного транспорту, %				
	L_{den}	L_{dn}	L_{night}	L_{day}	$L_{night} + L_{day}$
45,0	0,5	0,4	1,9	0,5	2,4
47,5	0,8	0,8	2,3	0,8	3,1
50,0	1,2	1,2	2,8	1,2	4,0
52,5	1,8	1,7	3,3	1,8	5,1
55,0	2,5	2,4	4,0	2,5	6,5
57,5	3,4	3,3	4,8	3,4	8,2
60,0	4,7	4,6	5,6	4,7	10,4
62,5	6,4	6,3	6,6	6,4	13,0
65,0	8,6	8,4	7,6	8,6	16,2
67,5	11,2	11,0	8,8	11,2	20,0
70,0	14,5	14,2	10,0	14,5	24,5
72,5	18,4	18,1	11,3	18,4	29,7
75,0	23,1	22,7	12,7	23,1	35,8

ЛІТЕРАТУРА

1. Guidelines for Community Noise [Электронный ресурс] / ed. by B. Berglund, Th. Lindvall, D.H. Schwela; World Health Organization. — Geneva, 1999. — Available — <http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html>.

2. Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25.06.2002 Relating to the Assessment and Management of Environmental Noise // Official Journal of the European Communities. — 2002. — L 189. — P. 12-25.

3. Описание, измерение и оценка шума на местности. Ч. 1. Основные величины и процедуры оценки: Межгосударственный стандарт ГОСТ 31296.1-2005 (ISO 1996-1:2003). — Москва: Стандартинформ, 2006. — 24 с.

4. Burden of Disease from Environmental Noise. Quantification of Healthy Life Years Lost in Europe / WHO European Centre for Environment and Health. — Bonn, 2011.

5. Night Noise Guidelines for Europe [Электронный ресурс]. — Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2009. — Режим доступа: (http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf).

6. Good Practice Guide on Noise Exposure and Potential Health Effects: EEA Technical Report No 11/2010 / European Environment Agency. — Copenhagen, 2010. — 36 p.

REFERENCES

1. Berglund B., Lindvall Th., Schwela D.H. (eds.) Guidelines for Community Noise. Geneva: WHO; 1999. — Available at : <http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html>.

2. Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25.06.2002 Relating to the Assessment and Management of Environmental Noise. Official Journal of the European Communities. 2002; L 189 : 12-25.

3. Описание, измерение и оценка шума на местности. Част 1. Основные величины и процедуры оценки [Description, Measurement and Assessment of Community Noise. Part 1. Basic Quantities and Assessment Procedures]: GOST 31296.1-2005 (ISO 1996-1:2003). Moscow: Standartinform; 2006 : 24 p. (in Russian)

4. WHO Burden of Disease from Environmental Noise. Quantification of Healthy Life Years Lost in Europe. Bonn: WHO European Centre for Environment and Health ; 2011.

5. WHO. Night Noise Guidelines for Europe. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2009. — Available at : (http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf).

6. European Environment Agency Good Practice Guide on Noise Exposure and Potential Health Effects: EEA Technical Report № 11/2010. Copenhagen; 2010 : 36 p.

Надійшла до редакції 24.03.2014