

## РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНИХ ЗАХОДІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ ОБ'ЄКТІВ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ ВІД ШУМУ

**Чейлитко А. О.**, д.т.н., доцент кафедри теплоенергетики та гідроенергетики Інженерного інституту Запорізького національного університету, ORCID: 0000-0002-5713-155X;

**Льїн С. В.**, к.т.н., доцент кафедри електротехніки та енергоефективності Інженерного інституту Запорізького національного університету, ORCID: 0000-0003-3563-9536;

**Черненко А. В.**, аспірант кафедри міського будівництва та господарства Інженерного інституту Запорізького національного університету, ORCID 0000-0001-5421-9778;

**Іванісова А. П.**, аспірантка кафедри електротехніки та енергоефективності Інженерного інституту Запорізького національного університету, ORCID: 0000-0002-2811-227X

*У статті розглянуто негативний вплив міського шуму на людину та шумозахисні екрани як найбільш ефективні будівельно-акустичні засоби зниження шуму. Розглянуто види шумозахисних екранів в залежності від конструкції та правила їх установаження з урахуванням вимог щодо безпеки руху, експлуатації дороги й транспортних засобів та експлуатації екрана. Було розроблено універсальний алгоритм проектування і впровадження шумозахисних екранів для захисту об'єктів міської забудови від шуму як при їх проектуванні, так і при реконструкції. Для спрощення сприйняття алгоритму його було представлено у вигляді блок-схеми. Створений алгоритм проектування і впровадження шумозахисних екранів для захисту об'єктів міської забудови від шуму дозволив спростити та пришивидити встановлення шумозахисного екрана для кожного конкретного випадку.*

***Ключові слова:** шум, акустичний комфорт, техногенні джерела шуму, шумозахисні екрани, алгоритм.*

**DOI: 10.33815/2313-4763.2019.1.20.064-069**

**Вступ.** В останні роки можна спостерігати стрімке збільшення автомобілів, кількості залізничних та авіа-сполучень, будівництв, промислових підприємств, усього того, що створює міський шум. Як відомо, шум негативно впливає на продуктивність праці, призводить до зростання рівня захворюваності. Разом зі збільшенням джерел шуму, зростає і його рівень, що, на думку експертів, складає близько 0,5 дБА на рік і надалі ситуація буде тільки погіршуватися [1, 2]. Так, кількість автомобілів у містах за останні 5 років збільшилася удвічі і на міських магістралях рівні звуку можуть досягати 70–80 дБА, а в окремих випадках 90 дБА і більше, що перевищує допустимі значення удвічі [3]. Шумозахисні екрани на сьогоднішні є найбільш ефективним будівельно-акустичним засобом зниження шуму. Саме тому, є необхідність їх установаження для захисту об'єктів міської забудови від шуму.

**Аналіз літературних даних.** Заходи боротьби із шумом охоплюють дуже широке коло питань, тому в даній роботі зупинимось на розробці конструктивних рішень будівельно-акустичних засобів для захисту об'єктів міської забудови від шуму – шумозахисних екранів. У деяких випадках (наприклад, при русі транспорту мостами, шляхопроводами, естакадами, віадуками) шумозахисні екрани є єдиним будівельно-акустичним засобом із шумозахисту, застосування якого значно скорочує зону шумового забруднення. Спорудження шумозахисних екранів на автомобільних і залізничних мостах, шляхопроводах, віадуках, естакадах, розташованих на території житлової забудови, у рекреаційних, санаторно-курортних зонах та інших територіях з нормованими рівнями шуму є обов'язковим.

За конструктивним рішенням шумозахисні екрани можуть бути у вигляді вертикальної штучної стінки або стінок іншої форми у поперечному перерізі (стінка з нахиленим козирком, стінка зі спеціальними конструктивними елементами на її верхівці,

що сприяють підвищенню акустичної ефективності екрана, криволінійна стінка з нахилом у бік джерела шуму тощо) з різними поздовжніми формами (прямолінійна, ламана, криволінійна, комбінована, пластикна, ступінчаста тощо), а також у вигляді галереї чи тунелю. Шумозахисні екрани-стілки можуть бути звуковідбивними, звукопоглинальними або комбінованими, світлопрозорими й непрозорими, виготовленими із різних матеріалів (бетон, залізобетон, цегла, сталь, алюміній, плексиглас, полікарбонат тощо).

Шумозахисні екрани встановлюються на самостійні фундаменти і розраховуються на вітрові й снігові (згідно з ДБН В.1.2-2 «Навантаження і впливи») та сейсмічні (згідно з ДБН В.1.1-12 «Будівництво у сейсмічних районах України») навантаження.

Шумозахисні екрани слід установлювати на мінімально допустимій відстані від проїзної частини з урахуванням вимог щодо безпеки руху, експлуатації дороги і транспортних засобів та експлуатації екрана. За такого установлення екрана необхідне зниження рівня шуму забезпечується при найменшій його висоті. Щоб досягнути максимального шумопоглинального ефекту, необхідно розрахувати висоту шумопоглинального екрана. Приблизні розрахунки можна зробити так: від краю даху об'єкта, який треба захистити, до джерела шуму, наприклад, автомобільної дороги, проводиться пряма лінія. Точка перетину місця встановлення екрана з цією лінією буде висотою конструкції. Рациональною вважається висота 2,5–3 м, але може бути й до 6 м.

Як звукопоглинальний матеріал у конструкції шумозахисного екрана застосовуються спеціальні пористо-волокнисті звукопоглинальні вироби (або інші звукопоглинальні вироби чи конструкції), призначені для використання в умовах атмосферних впливів.

Існує декілька типів звукопоглинальних екранів, а саме: екран шумозахисний однорівневий непрозорий; екран шумозахисний сходиноквий непрозорий; комбінований шумозахисний екран, що поєднує звукопоглинальні та звуковідбивальні екрани; гнучка шумозахисна стінка (наприклад, ЦИСИЛЕНТ, у якій можливості звукоізоляції досягають 30 дБ, і яка може застосовуватися для захисту від будь-яких джерел шуму) [4].

Завданню проектування і впровадження шумозахисних екранів для захисту об'єктів міської забудови від шуму присвячені наукові праці Буторіна М. В. [5], Цигичко С. П. [6], Осипово Г. Л. [1, 7], Іваново Н. І. [8], Поспелово П. І. [9], Самойлюк Е. П. [2, 10, 11], Факторович А. А. [12] та інших.

**Метою дослідження** є створення універсального алгоритму проектування і впровадження шумозахисних екранів для захисту об'єктів міської забудови від шуму як при їх проектуванні, так і при реконструкції.

**Методи дослідження.** Задачі створення екологічно безпечних умов проживання населення на селищних територіях міста шумозахисними заходами вирішувалися на основі системного підходу.

**Основна частина.** З урахуванням ДБН В.1.1-31:2013 «Захист територій, будинків і споруд від шуму» та ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» нами розроблений алгоритм проектування і впровадження шумозахисних екранів для захисту об'єктів міської забудови від шуму, який у вигляді блок-схеми представлено на рисунку 1. Детальніше описання алгоритму наведено нижче.

Для початку роботи ми вводимо всі дані про об'єкти міської забудови (ОМЗ), джерела шуму (ДШ), шумозахисні екрани (ШЕ) (оператор 2 – ввід даних).

Далі уточнюємо чи об'єкт міської забудови вже введено в експлуатацію (побудовано) чи ні (оператор 3 – ОМЗП).

Якщо ОМЗП ще не побудовано, переходимо до оператора 4 (РВ ШХДШ). На цьому етапі робимо розрахункове визначення шумової характеристики транспортного потоку окремо для денного та нічного періодів доби з найбільшою інтенсивністю руху транспорту на ділянках, де планується встановлення екрана, залежно від швидкості й інтенсивності руху транспорту, кількості смуг проїзної частини, складу транспортного потоку, типу дорожнього покриття автодороги й із урахуванням перспективної інтенсивності руху

транспорту, згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013 «Настанова з розрахунку та проектування захисту від шуму селищних територій».

Також для ОМЗ, що проєктуються, проводимо розрахункове визначення очікуваних еквівалентних і максимальних рівнів звуку в розрахункових точках на території (зокрема числі в точках біля фасадів будинків по їх висоті), що потребують захисту від шуму, з урахуванням наявних екранувальних і звуковідбивних споруд на шляху поширення шуму, типу покриття території, наявних смуг зелених насаджень тощо (оператор 6 – РВ РШРТ) згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-35:2013 «Настанова з розрахунку шуму в приміщеннях і на територіях».

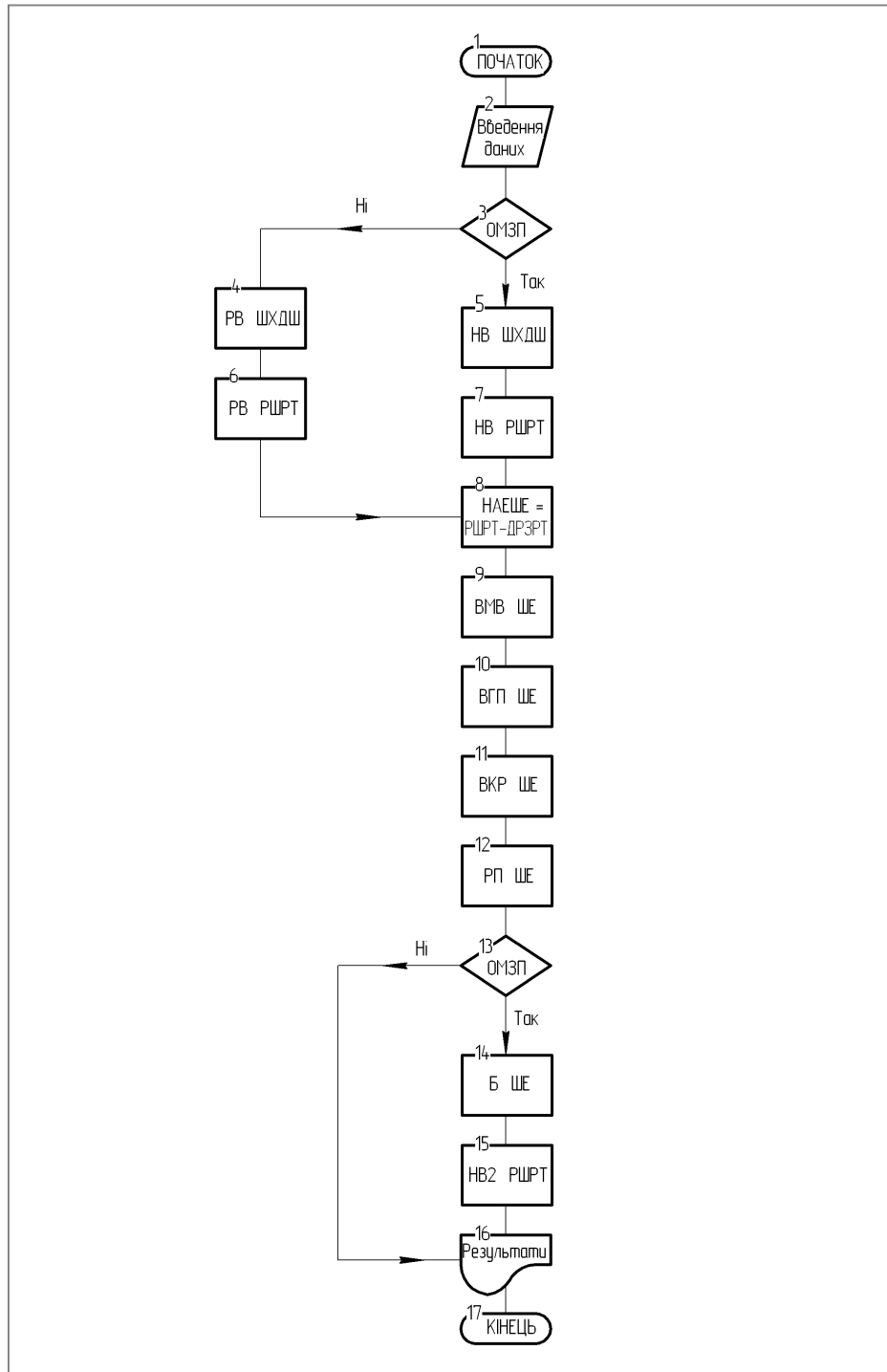


Рисунок 1 – Алгоритм проєктування і впровадження шумозахисних екранів для захисту об’єктів міської забудови від шуму

Якщо ОМЗ і ДШ є робочими (побудовані), переходимо до оператора 5 (НВ ШХДШ). На існуючих дорогах, залізницях, магістральних вулицях тощо визначаємо за результатами натурних інструментальних вимірювань, еквівалентних і максимальних рівнів звукового тиску в октавних смугах частот.

Також для робочих ОМЗ проводимо натурні інструментальні вимірювання рівнів шуму в розрахункових точках (оператор 7 – НВ РШРТ).

Після цього від операторів 6 і 7 переходимо до оператора 8 (НАЕШЕ = РШРТ – ДРЗРТ), визначаємо необхідне зниження рівнів звуку в розрахункових точках, тобто необхідну акустичну ефективність шумозахисного екрана (НАЕШЕ), як різницю рівня шуму в розрахункових точках з допустимим рівнем звуку в цих точках.

Далі визначаємо місце встановлення шумозахисного екрана відносно транспортного потоку чи інших джерел шуму (оператор 9 – ВМВ ШЕ).

Визначаємо мінімальні геометричні параметри екрана (висоту й довжину) та його поздовжню форму, за яких забезпечується необхідне зниження шуму в розрахункових точках (оператор 10 – ВГП ШЕ).

Після цього в операторі 11 (ВКР ШЕ) вибираємо конструктивне рішення шумозахисного екрана (світлопрозорий, непрозорий, звукопоглинальний, звуковідбивний чи комбінований, його матеріал). Далі розробляється проектно-кошторисна документація на виготовлення та встановлення шумового екрана (оператор 12 – РП ШЕ).

Знову уточнюємо, об'єкт міської забудови вже введено в експлуатацію (побудовано) чи ні (оператор 13 – ОМЗП). Якщо ОМЗ ще не побудовано, всю документацію відправляємо в оператор 16 (результати). Якщо ОМЗ побудовані, переходимо до оператора 14. Оператор 14 (Б ШЕ) – виготовляємо й встановлюємо шумозахисний екран згідно технічної документації.

Після встановлення ШЕ проводимо натурні інструментальні вимірювання рівнів шуму в розрахункових точках (оператор 15 – НВ2 РШРТ). Якщо рівень шуму не більше допустимого рівня звуку в даній розрахунковій точці, складається акт приймання шумозахисного екрана.

Аналогічно виконується проектування і впровадження екранів для захисту від шуму стаціонарних джерел, розташованих біля об'єктів міської забудови (наприклад, від шуму трансформаторів відкритих понижувальних підстанцій). Для стаціонарних джерел з постійним шумом акустичне проектування шумозахисного екрана виконується в октавних смугах нормованого діапазону частот.

При акустичному проектуванні шумозахисних екранів за наявності спеціалізованих комп'ютерних програм доцільно наводити карти шуму як у рівнях звуку, так і в октавних смугах частот для візуалізації очікуваних звукових полів на прилеглий території до і після встановлення екрана (екранів), а також поля акустичної ефективності екранів [4].

**Висновок.** Таким чином, розробку конструктивних захистів для захисту об'єктів міської забудови від шуму можна робити як при проектуванні ОМЗ, так і при їх реконструкції. Але якщо інфраструктура території вже сформована, то найбільш ефективним засобом боротьби з шумом є встановлення шумозахисних екранів. Конструктивне рішення і геометричні параметри шумозахисних екранів вибираються в кожному конкретному випадку індивідуально. При їх виборі одним з визначальних критеріїв є раціональне співвідношення «вартість – ефективність». Створений алгоритм проектування і впровадження шумозахисних екранів для захисту об'єктів міської забудови від шуму дозволив спростити та пришвидшити встановлення шумозахисного екрана.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Осипов Г. Л. Защита от транспортного шума в городах и населенных пунктах. *Обеспечение экологической безопасности : материалы научно-технического симпозиума-семинара*. Севастополь, 2002. С. 78–80.

2. Самойлюк Е. П. Основы градостроительной акустики. Днепропетровск : ПГАСА, 1999. 438 с.
3. Сериков Я. А., Кинжалова Н. А., Сериков С. Я. Безопасность жизнедеятельности : учебн. пособ. Харьков : ХНАГХ, 2010. 347 с.
4. Черненко Т. В., Кулябко В. В., Черненко А. В. Аналіз конструктивних заходів для захисту об'єктів міської забудови від шуму. *Містобудування та територіальне планування : науково-технічний збірник*. К : КНУБА, 2016. № 62. С. 319–326.
5. Буторина М. В., Иванов Н. И., Мишина Н. Н. Проблема снижения уровня шума, воздействующего на население. *Защита населения от повышенного шумового воздействия : материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием*. М., 2007. С. 36–67.
6. Цигичко С. П. Екологія в архітектурі і містобудуванні : навч. посіб. Х. : ХНАМГ, 2012. 146 с.
7. Осипов Г. Л. Защита зданий от шума. М. : Стройиздат, 1972. 216 с.
8. Иванов Н. И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом : учебник. М. : Университетская книга, Логос, 2008. 424 с.
9. Пospelov П. И. Борьба с шумом на автомобильных дорогах. М. : Транспорт, 1981. 88 с.
10. Самойлюк Е. П., Денисенко В. И., Пилипенко А. П. Борьба с шумом в населенных местах. К. : Будівельник, 1981. 144 с.
11. Самойлюк Е. П. Борьба с шумом в градостроительстве. К. : Будівельник, 1975. 128 с.
12. Факторович А. А., Постников Г. И. Защита городов от транспортного шума. К. : Будівельник, 1982. 142 с.

## REFERENCES

1. Osipov, G. L. (2002). *Zashchita ot transportnogo shuma v gorodakh i naselennykh punktakh. Obespechenie ekologicheskoi bezopasnosti : materialy nauchno-tekhnicheskogo simpoziuma-seminara*. Sevastopol, 78–80.
2. Samoiliuk, E. P. (1999). *Osnovy gradostroitelnoi akustiki*. Dnepropetrovsk : PGASA.
3. Serikov, Ia. A., Kinzhalova, N. A. & Serikov, S. Ia. (2010). *Bezopasnost zhiznedeiatelnosti : uchebn. posob.* Kharkiv : KhNAGKh.
4. Chernenko, T. V., Kuliabko, V. V., & Chernenko, A. V. (2016). Analiz konstruktyvnykh zakhodiv dlia zakhystu ob'ektiv miskoi zabudovy vid shumu. *Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia : naukovo-tekhnichniy zbirnyk*. Kyiv : KNUBA, 62, 319–326.
5. Butorina, M. V., Ivanov, N. I. & Mishi, N. N. (2007). Problema snizheniia urovnia shuma, vozdeistvuiushchego na naselenie. *Zashchita naseleniia ot povyshennogo shumovogo vozdeistviia : materialy II Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem*. Moskva, 36–67.
6. Tsyhychko, S. P. (2012). *Ekolohiia v arkhitekturi i mistobuduvanni : navch. posib.* Kharkiv : KhNAMH.
7. Osipov, G. L. (1972). *Zashchita zdaniy ot shuma*. Moskva : Stroiiizdat.
8. Ivanov, N. I. (2008). *Inzhenernaia akustika. Teoriia i praktika borby s shumom*: uchebnik. Moskva : Universitetskaia kniga, Logos.
9. Pospelov, P. I. (1981). *Borba s shumom na avtomobilnykh dorogakh*. Moskva : Transport.
10. Samoiliuk, E. P., Denisenko, V. I. & Pilipenko A. P. (1981). *Borba s shumom v naselennykh mestakh*. Kyiv : Budivelnik.
11. Samoiliuk, E. P. (1975). *Borba s shumom v gradostroitelstve*. Kyiv : Budivelnik.
12. Faktorovich, A. A. & Postniko, G. I. (1982). *Zashchita gorodov ot transportnogo shuma*. Kyiv : Budivelnik.

**Чейлитко А. А., Ильин С. В., Черненко А. В. Иванисова А. П. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНЫХ МЕР ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ ОТ ШУМА**

*В статье рассмотрено негативное влияние городского шума на человека и шумозащитные экраны, как наиболее эффективные строительно-акустические средства снижения шума. Рассмотрены виды шумозащитных экранов в зависимости от конструкции и правила их установки с учетом требований безопасности движения, эксплуатации дороги и транспортных средств и эксплуатации экрана. Был разработан универсальный алгоритм проектирования и внедрения шумозащитных экранов для защиты объектов городской застройки от шума как при их проектировании, так и при реконструкции. Для упрощения восприятия алгоритма он был представлен в виде блок-схемы. Созданный алгоритм проектирования и внедрения шумозащитных экранов для защиты объектов городской застройки от шума позволил упростить и ускорить установление шумозащитного экрана для каждого конкретного случая.*

**Ключевые слова:** шум, акустический комфорт, техногенные источники шума, шумозащитные экраны, алгоритм.

**Cheilytko A. A., Ilin S. V., Chernenko A. V. Ivanisova A. P. DEVELOPMENT OF STRUCTURAL MEASURES FOR PROTECTION OF URBAN FACILITIES FROM NOISE**

*The article analyzes the negative impact of urban noise on humans and considers noise shields as the most efficient protection mean for noise reduction.*

*The tasks of creating environmentally safe living conditions in the urban areas of the city by noise protection measures were solved on the basis of a systematic approach.*

*The types of noise shields are considered depending on their design and instructions for installation, taking into account the requirements of traffic safety, roads and vehicles operation and shield operation. The universal design and implementation algorithm for the noise shields has been developed in order to protect urban facilities from noise during both engineering, procurement and construction as well as during rebuilding operations. To simplify the perception of the algorithm, it has been introduced in a block diagram format. The design and implementation of noise shields algorithm designed to protect urban facilities from noise, made it possible to simplify and speed up the installation of a noise shield for each specific case. Development of structural protection for the protection of urban objects from noise can be done both during the design of the OMZ and during their reconstruction. But if the territory's infrastructure is already in place, the most effective way of dealing with noise is to install noise shields. The design solution and geometric parameters of noise shielding screens are selected individually in each case. When choosing one of the determining criteria is a rational value-for-money ratio. The created algorithm for designing and implementing noise shields to protect the objects of urban development from noise made it possible to simplify and accelerate the installation of the noise shield.*

**Keywords:** noise, acoustic comfort, technogenic noise sources, noise shields, algorithm.

© Чейлітко А. О., Ільїн С. В., Черненко А. В., Іванісова А. П.

Статтю прийнято  
до редакції 21.03.19