

## ТЕПЛОЗВУКОІЗОЛЯЦІЯ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ТА ОЦІНКА ЇЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Визначення енергетичних, теплових і інформаційних критеріїв оцінки шумності середовища та теплопровідності будинку, адекватного сприйняття шуму людиною. За допомогою критеріїв встановлюватимемо відсоток жителів, стурбованих і задоволених комфортністю житлового середовища, тобто соціальну оцінку умов середовища її мешканцями з метою подальшого визначення найбільш повної сумарної ефективності захисту житлового приміщення від проникаючого в нього побутового шуму. Викладені міркування є основою для пошуку науково обгрунтованої системи інтегральної оцінки ефективності рішення звукоізоляції житлових будинків. Встановлено, що зв'язок між індексом ізоляції повітряного шуму і комфортністю в житловому приміщенні неоднозначний, тому що механізм розрахунку індексу ізоляції повітряного шуму визначає його як характеристику звукоізолюючих властивостей огорожень, а не параметр загальної шумової обстановки приміщення. А також, досліджено, що одним із основних заходів зі скорочення витрат енергії і зменшення викидів в атмосферу парникових газів у секторі міського господарства є заходи, які впроваджуються у споживачів теплоти, а саме - підвищення теплозахисту зовнішніх огорожувальних конструкцій житлових будинків і громадських будівель.*

**Ключові слова:** *теплозвукоізоляція житлових будівель та оцінка її ефективності, шумовий режим приміщень, критерій оцінки шумності середовища, ефективність звуко- та теплоізоляції, мокрий фасад, вентильований фасад.*

### **Вступ**

Коли живеш в квартирі або приватному будинку, хочеться, щоб сторонній шум з вулиці не відволікав від приємного проведення часу з сім'єю. Звичайно, неможливо повністю усунути сторонні шуми, але звести їх до мінімуму та й утеплити будинок, цілком можливо. Допоможе в цьому використання тепло- і звукоізоляції в приміщенні. Для шумоізоляції в підлозі використовують екструдований пінополістирол, який закладають в стяжку, а для теплоізоляції стін використовують мінеральну вату, заповнюючи нею простір в гіпсокартонних перегородках.

**Актуальність дослідження.** Полягає у визначенні енергетичних, теплових і інформаційних критеріїв оцінки шумності середовища, адекватного сприйняття шуму людиною та зберігання тепла в будинку, якості утеплення фасадів, утеплення фасадних конструкцій теплоізоляційними матеріалами. За допомогою цих критеріїв можна встановлювати відсоток жителів, стурбованих і задоволених комфортністю житлового середовища, тобто соціальну оцінку умов середовища її мешканцями з метою подальшого визначення найбільш повної сумарної ефективності захисту житлового приміщення від проникаючого в нього побутового шуму та холоду. Викладені міркування є основою для пошуку науково обгрунтованої системи інтегральної оцінки ефективності рішення звукоізоляції житлових будинків.

**Результати дослідження звукоізоляції житлової будівлі:** Традиційна оцінка шумності середовища проводиться за енергетичною складовою шумової експозиції. Це поширюється і на аналіз шумності житлових приміщень за допомогою нормативних документів. За цією методикою можлива лише неподільна двоступенева оцінка ефективності звукоізоляції: дотримання норм передбачає позитивний ефект, а недотримання негативного результату.

Встановлено, що зв'язок між індексом ізоляції повітряного шуму і комфортністю в житловому приміщенні неоднозначний, тому що механізм розрахунку індексу ізоляції повітряного шуму визначає його як характеристику звукоізолюючих властивостей огорожень, а не параметр загальної шумової обстановки приміщення. Для визначення рівнів шуму в житлі використовується еквівалентний рівень звуку, що виражений в дБА (Рисунок 1 – Рівні шуму). На зображенні демонструється об'єктивні оцінки шумового режиму приміщень від слабого до гучного, що виражена в дБА. Оцінка загального шумового режиму залежить від характеру, особливостей поширення і часових параметрів звучання комунальних шумів.

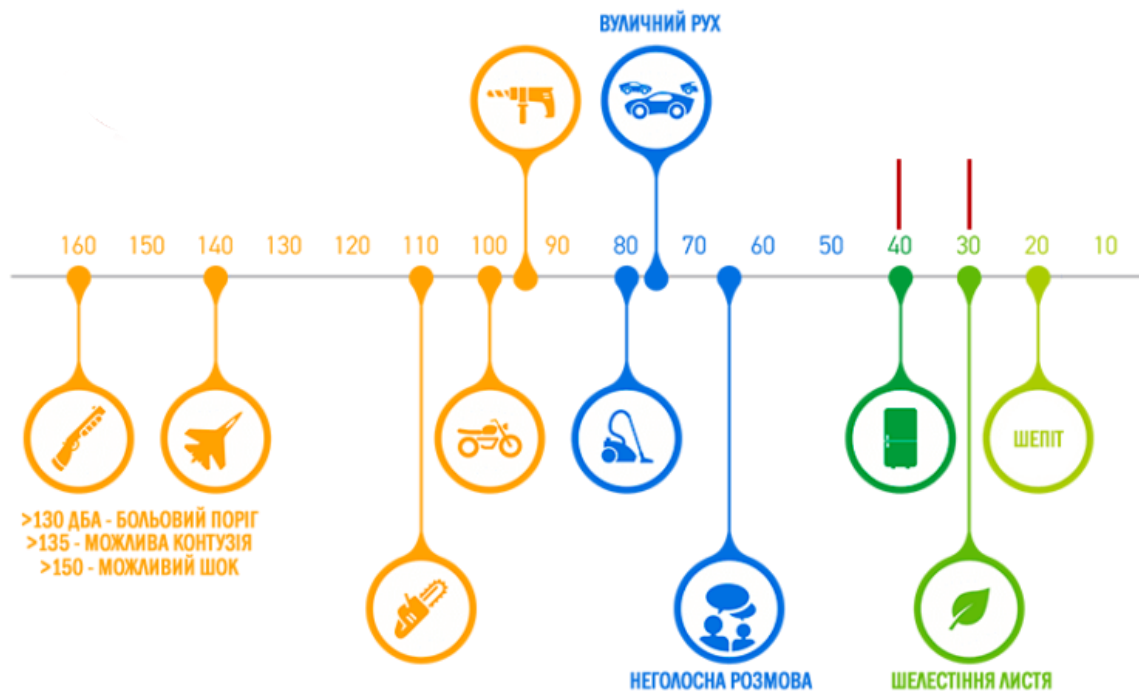


Рисунок1 – Рівні шуму

По-перше, побутові шуми відносно невеликі по енергії і не сильно різняться по частотному складу, в той час як соціальні оцінки їх дратівної дії відзначають від 50% до 75% жителів.

По-друге, вони нерівномірно розподілені в часі і, отже, шум у досліджуваному приміщенні носить випадковий характер.

По-третє, значний вплив на звуковий клімат надає шум, що проникає з квартир інших поверхів, сходових кліток, ліфтових шахт, з вулиці. Стає очевидним, що акустичне середовище в житловому приміщенні формується стохастично і не знаходиться в повній залежності від шумового клімату суміжного приміщення і звукоізолюючої здатності перегородки між ними.

Як показують обстеження і опитування, в сучасному житлі спостерігається відсутність прямих зв'язків між акустичними параметрами середовища і його суб'єктивними оцінками. Навіть в разі виконання всіх вимог нормативних документів, в приміщенні не завжди гарантується акустичний комфорт. Очевидно, що наявні індекси і показники шумності середовища потребують подальших досліджень і уточнень. Слід зазначити, що шум в житлових приміщеннях дратівливо діє не тільки енергетичним, але і інформаційним інгредієнтом, який застосовуваними нині індексами не враховується.

Тому доцільним видається, поряд з визначенням енергії джерела шуму, з'ясування і розрахунок інформативності звукових сигналів, що надходять. Особливо актуальним буде використання інформативності при оцінці очікуваного загального шумового режиму приміщень, так як норми проектування, що регламентують значення індексів звукоізоляції огорож, не дозволяють цього. У той час як за даними досліджень реалізація акустично необґрунтованих проектів призводить до негативних соціально-економічних наслідків і їх виправлення на зведених об'єктах обходиться в 7-10 разів дорожче, ніж в стадії проектування.

**Звукозахисні властивості огорожувальних конструкцій житлового будинку — внутрішніх стін, перегородок, перекриттів, характеризуються двома показниками:**

- Індексом ізоляції повітряного шуму огорожувальної конструкції  $R_w$ , дБА.
- Індексом приведеного рівня ударного шуму (індексом ізоляції ударного шуму)  $L_{nw}$ , дБА (для перекриттів). [2]

Для прикладу індексом ізоляції повітряного шуму огорожувальної конструкції  $R_w$ , Дб, візьмем кладку стін і перегородок з цегли, блоків та інших кладок матеріалів. Необхідно виконувати з ретельним заповненням швів розчином на всю глибину. Кладку штукатурять з двох сторін.

Нижче наведені значення індексу повітряного шуму для деяких конструкцій стін і перегородок з кладок матеріалів, оштукатурених з двох сторін:

- стіна в дві цеглини (товщина зі штукатуркою 530 мм) —  $R_w = 60$  дБ;
- стіна в одну цеглину (товщина зі штукатуркою 280 мм) —  $R_w = 54$  дБ;
- стіна в півцеглини (товщина зі штукатуркою 150 мм) —  $R_w = 47$  дБ.
- токо ж в півцеглини з пустотілої керамічної цегли —  $R_w = 37$  дБ.
- стіна в півцеглини із силікатної цегли —  $R_w = 52$  дБ.
- стіна з блоків пористого бетону товщиною зі штукатуркою 180 мм. —  $R_w = 44$  дБ. [2]

Показники звукоізоляції стін і перегородок з кладок матеріалів можна збільшити, якщо виконати двошарову кладку з відстанню між шарами не менше 40 мм. Якщо повітряний проміжок заповнити звукопоглинальним матеріалом, то індекс звукоізоляції збільшиться ще більше.

Індекс приведеного рівня ударного шуму  $L_{nw}$ , дБА: Величина, що служить для оцінки одним числом ізоляції ударного шуму перекриттям. Визначається шляхом зіставлення частотної характеристики приведеного рівня ударного шуму під перекриттям зі спеціальним нормативним спектром. Цей показник використовується для оцінки звукозахисних властивостей перекриттів. Для стін і перегородок індекс ударного шуму не нормується.

**Результати дослідження теплоізоляції житлової будівлі:** Одним із основних заходів зі скорочення витрат енергії і зменшення викидів в атмосферу парникових газів у секторі міського господарства є заходи, які впроваджуються у споживачів теплоти, а саме - підвищення теплозахисту зовнішніх огорожувальних конструкцій житлових будинків і громадських будівель.

Найбільшу поверхню огорожувальних конструкцій будинку мають зовнішні стіни, тому їхній вплив на втрати теплоти будівлею, поряд із втратами теплоти через вікна є основним.

Усі теплоізоляційні матеріали характеризуються малою здатністю пропускати тепло.

За структурою теплоізоляційні матеріали поділяються на:

- зернисті (вермікуліт, спучений перліт);
- волокнисті (органічні або мінеральні волокна);
- комірчасті (пінопласт, піноскло, пінобетон).

Способи утеплення зовнішніх стін:

1. Мокрий метод. Шар утеплювача приклеюється до опорної стіни, наноситься армувальний, а потім — фінішний шар покриття (штукатурка) (Рисунок 2 – Мокрий фасад) [3]
2. Вентильований метод. Утеплювач кріпиться до стіни дюбелями. Потім на попередньо змонтовану підсистему наноситься зовнішнє облицювання. [3] (Рисунок 3 – Вентильований фасад)

Кожна з технологій, має свої плюси та мінуси, вимагає відповідної кваліфікації інсталяторів і якості компонентів тієї чи іншої системи.

### СХЕМА "МОКРИЙ ФАСАД" НА СТІНІ

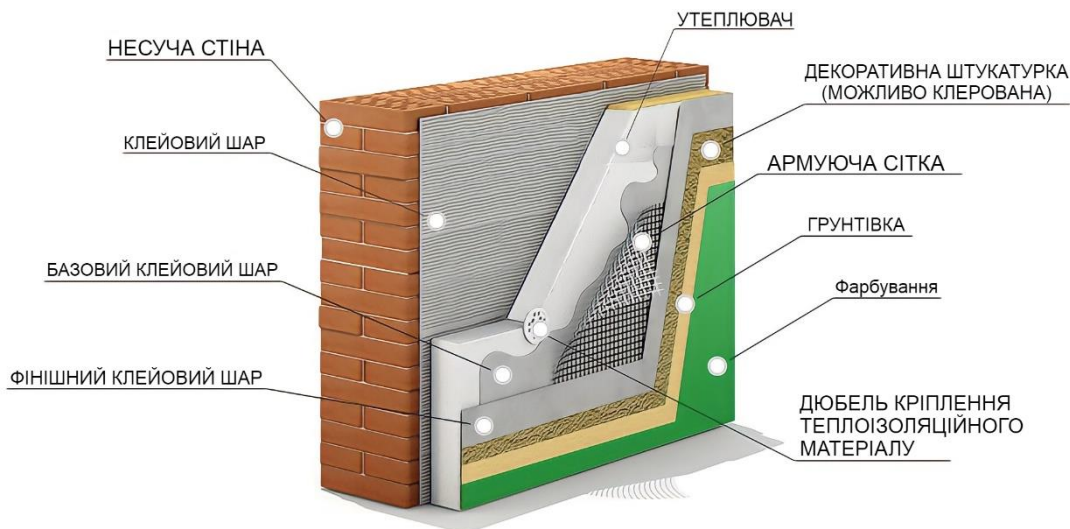


Рисунок 2 – Мокрий фасад

Метод скріпленої теплової ізоляції полягає у прикріпленні теплоізоляційних плит до стіни спеціальним клеєм і спеціальними дюбелями, захистом їхньої поверхні полімерцементними композиціями, армованою склосіткою і нанесенні шару декоративної штукатурки. Плити монтуються так, щоб між ними практично не було проміжків. У результаті утворюється суцільна й рівномірна тепла оболонка без містків холоду. Загальна вартість робіт з урахуванням вартості матеріалів – близько 500-1000 грн за 1 м<sup>2</sup>, але може суттєво відрізнятись за наявних умов на ринку.

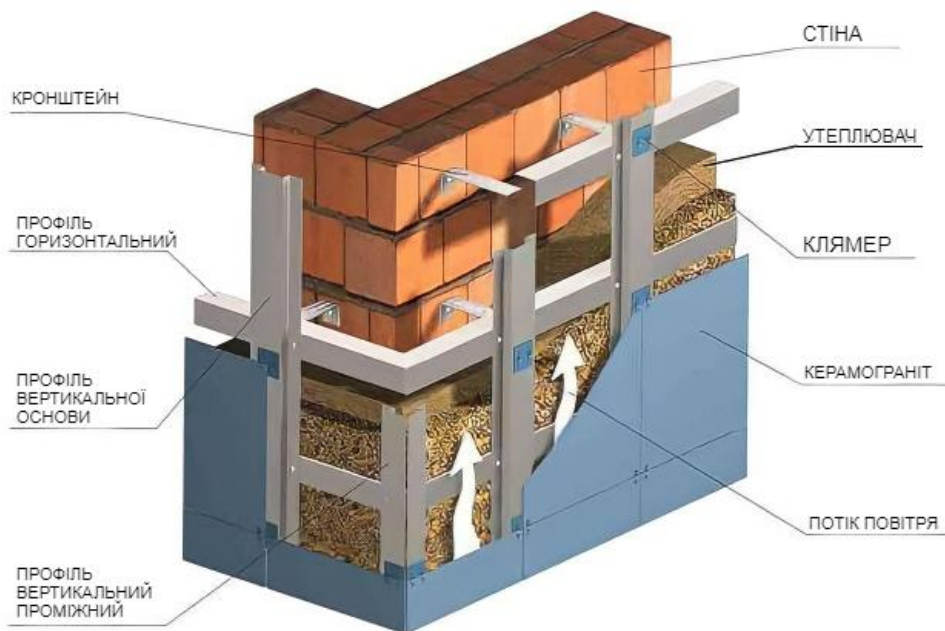


Рисунок 3 – Вентильований фасад

Використання методу вентильованого фасаду дає можливість створити більш довговічну конструкцію. При такому методі облицювання фасаду будівлі між зовнішньою огорожувальною конструк-

цією і стіною будівлі залишається вентиляований повітряний прошарок. Загалом вентиляований фасад складається з конструкції кріплення захисного декоративного облицювання (металевого або алюмінієвого), утеплювача, вітрозахисної плівки, фасадного облицювання плівки, фасадного облицювання.

Принцип системи полягає в тому, що технологічний прошарок, що залишається між теплоізоляцією і облицюванням, забезпечує вільний рух повітря. Це дозволяє стіні постійно знаходитись у сухому стані, унеможливує утворення конденсату і вологи.

#### **Як уникнути помилок в утепленні?**

- В процесі встановлення та монтажу фасадних систем своїми руками не слід використовувати пошкоджені, деформовані непридатні елементи, деталі фасаду. В іншому випадку, робота системи вентиляований фасад буде порушена.
- Не рекомендується змінювати технологію пристрою системи. Існують вимоги, яких необхідно суворо дотримуватися.
- Економте на матеріалах та інструментах розумно. В деяких випадках краще переплатити, але зате отримати якісний товар тривалого використання.
- Якщо ви плануєте встановити навісну конструкцію вентиляованого фасаду, відмовтеся від використання гіпсокартону.
- Вибирайте для монтажу утеплювача тільки якісний матеріал. Дуже скоро, при наявності дефектів, потрібна його заміна.
- Настійно не рекомендується проводити роботи із застосуванням композитних матеріалів через їх високі горючості.

#### Який матеріал вибрати для ізоляції:

Для утеплення різних частин будинку потрібно вибирати утеплювач, оптимальний для даних умов експлуатації. Приміром, фундамент, плоскі дахи, стіни підвалів, підлогу краще утеплювати екструдованим пінополістиролом. Однорідна структура замкнених герметичних комірок цього матеріалу забезпечує його практичне нульове водопоглинання, стійкість до циклічного заморожування-розморожування, низьку паропрохідність, відсутність капілярності. Такий матеріал добре себе зарекомендував і при утепленні зовнішніх стін. Мінеральна вата має важливу перевагу перед рештою органічних утеплювачів, оскільки відноситься до негорючих матеріалів із високою паропрохідністю. Мінераловатні плити необхідно обирати при термомодернізації багатопверхових будівель, закладів освіти і охорони здоров'я. Економічна ефективність заходів із підвищення теплозахисту зовнішніх стін визначається величиною зменшення втрат теплоти через стіни до і після виконання заходів, а також тарифами на теплову енергію.

**Аналіз останніх досліджень.** З визначенням енергетичного і інформаційного інгредієнтів можливо знайти критерій оцінки шумності середовища, адекватний сприйняття шуму людиною. За допомогою цього критерію можна встановлювати відсоток жителів, стурбованих і задоволених комфортністю житлового середовища, тобто соціальну оцінку умов середовища її мешканцями з метою подальшого визначення найбільш повної сумарної ефективності захисту житлового приміщення від проникаючого в нього побутового шуму. Представлена послуга теплоізоляції житлових будинків напиленим пінополіуретаном надає власнику такі вигоди:

- для досягнення оптимального рівня термозахисту достатньо навіть тонкого шару ізоляту;
- наплення утворює монолітний шар, без швів та містків холоду;
- геометрична форма оброблених поверхонь не грає ролі - шар лягає рівно на будь-яку форму;
- утеплення проводиться в короткі терміни, так як відсутня необхідність у різанні та припасуванні ізоляційних матеріалів.

Викладені міркування є основою для пошуку науково обґрунтованої системи інтегральної оцінки ефективності рішення звукоізоляції та теплоізоляції житлових будинків.

**Перспективи подальших досліджень.** Підвищити енергоефективність будинку, а також забезпечити оптимальний рівень вологості, знизити рівень шуму і захистити стіни від зовнішніх погодних

впливів.

### Висновки

Таким чином, оцінюючи шумовий клімат приміщення, необхідно володіти:

- ✓ фізичними характеристиками акустичної потужності джерел шуму;
- ✓ фізичними характеристиками звукоізолюючої здатності огорожі досліджуваного приміщення і фізичними характеристиками шумового клімату цього приміщення.

Ці характеристики повинні включати як енергетичний, так і інформаційний інгредієнти по всьому шляху поширення звуку: вихідний шум, звукоізоляція і шум, що пройшов.

А от утеплення фасаду, виконане правильно і професійно:

- ✓ надасть змогу до 40% знизити витрати на опалення взимку та охолодження влітку;
- ✓ забезпечить оптимальну температуру і вологість у будинку;
- ✓ запобіжить появі грибка та цвілі;
- ✓ зменшить проникнення шуму;
- ✓ додасть дому оновлений і привабливий вигляд;
- ✓ забезпечить триваліший період експлуатації будівлі. [3]

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ВИКОРИСТАННЯ ДРІБНО РОЗМІРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У МАЛОПОВЕРХОВОМУ БУДІВНИЦТВІ / Аль-Хусбан Хамза Абдулла Мохаммад, Зінкевич А.М. / Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна
2. Звукоізоляція — шумоізоляція будинку, квартири. Посилання: <https://blokbud.lviv.ua/blog/zvukoizolyatsiya-shumoizolyatsiya-budynku-kvarty/>
3. Як надійно утеплити будинок зовні / Посилання: <https://www.ukrinform.ua/rubric-society/3281291-ak-nadijno-utepliti-budinok-zovni.html>
4. НА ЧОМУ НЕ МОЖНА ЕКОНОМИТИ ПРИ УТЕПЛЕННІ БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДИНКІВ / Посилання: <https://teplodim.info/uk/useful-articles/na-chem-nelzja-ekonomit-pri-uteplenii-mnogoetazhnyh-domov>
5. УТЕПЛЕННЯ ЗОВНІШНІХ ТА ВНУТРІШНІХ СТІН БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ / Г.С. Ратушняк А. П. Оленюк / Вінницький національний технічний університет

**Оленюк Анастасія Павлівна** — студентка групи БМ-20б, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: olenuknasta@gmail.com

Науковий керівник: **Очеретний Володимир Петрович** — к.т.н, доцент каф. "Будівництва, міського господарства та архітектури" Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ocheretny@vntu.edu.ua

**A.P. Olenyuk**  
**V.P. Ocheretny**

# **HEAT AND SOUND INSULATION OF RESIDENTIAL BUILDINGS AND ITS EVALUATION EFFICIENCY**

Vinnitsia National Technical University

## **Annotation**

Determination of energy, thermal and information criteria for assessing the noise of the environment and thermal conductivity of the house, adequate human perception of noise. The criteria will be used to determine the percentage of residents who are concerned and satisfied with the comfort of the living environment, ie the social assessment of environmental conditions by its inhabitants in order to further determine the most complete total protection of housing from domestic noise. These considerations are the basis for finding a scientifically sound system for integrated assessment of the effectiveness of sound insulation solutions in residential buildings. It is established that the relationship between the airborne noise insulation index and comfort in the living space is ambiguous, because the mechanism of calculating the airborne noise insulation index defines it as a characteristic of soundproofing properties of fences, not a parameter of general noise. Also, it was investigated that one of the main measures to reduce energy consumption and reduce greenhouse gas emissions in the municipal sector are measures implemented by heat consumers, namely - increasing the thermal protection of external enclosing structures of residential buildings and public buildings.

**Key words:** thermal and sound insulation of residential buildings and evaluation of its efficiency, noise regime of premises, criterion for assessing environmental noise, efficiency of sound and thermal insulation, wet facade, ventilated facade.

**Oleniuk Anastasia Pavlivna**, student of BM-20b group, Faculty of Heat and Power Engineering and Gas Supply Construction, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: olenuknasta@gmail.com

Scientific adviser: **Ocheretny Volodymyr Petrovych** - Ph.D., associate professor of the department. "Urban Planning and Architecture" Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: ocheretny@vntu.edu.ua