

УДК 911.9:574.2

## **КОНСТРУКТИВНО-ГЕОГРАФІЧНІ ЗАСАДИ ОПТИМІЗАЦІЇ АКУСТИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ В МЕЖАХ ВЕЛИКИХ УРБОЕКОСИСТЕМ**

**Л. Гілета**

*Львівський національний університет імені Івана Франка,  
вул. П. Дорошенка, 41, м. Львів, 79000, Україна*

Розглянуто оптимізацію акустичного навантаження як одного з негативних екологічних чинників великих урбоекосистем. За основними його характеристиками – потужністю, тривалістю та віддаллю поширення, виділено акустичні геосистеми як території з наближеними рівнями шуму. Запропоновано конструктивно-географічні засади оптимізації кожної акустичної геосистеми, що полягають у зменшенні їхніх характеристик.

*Ключові слова:* акустичне навантаження, акустична геосистема, конструктивно-географічні засади оптимізації.

Акустичне навантаження, яке визначають за рівнем шуму, що значно перевищує природний фон (40–50 дБА), розглядають як негативний екологічний чинник. Згідно із Законом України “Про охорону навколишнього природного середовища” (ст. 25), воно належить до складу інформації про це середовище (екологічної інформації). Сьогодні в Україні значна кількість нормативно-правових актів екологічного, санітарно-гігієнічного, транспортного, адміністративного та іншого законодавства, які регулюють питання, пов’язані із захистом населення від небезпечного акустичного навантаження. Проте ці акти спрямовані на зниження рівня шуму на компонентному рівні і не враховують географічних, а точніше, конструктивно-географічних засад, що передбачають вивчення та оптимізацію акустичного навантаження на територіально-системному рівні.

Оптимізація – це складний, керований антропогенний процес, який спрямований на гармонізацію відносин між суспільством і природою, яку це суспільство експлуатує [4]. Оскільки оптимізація спрямована на гармонізацію природи, її заходи доцільно планувати саме на підставі конструктивної географії як наукового напрямку, що вивчає конструктивне планування природно-господарських територіальних систем на основі закономірностей їхньої просторово-часової організації у спонтанному та антропогенно-модифікованому режимах функціонування [2].

Урбоекосистема репрезентована у вигляді моделі міста. З огляду на незворотній розвиток у її межах транспортної та промислової структур, простежу-

ється все більш інтенсивний вплив на них підвищених рівнів шуму, що викликає навантажене й водночас антропогенно-модифіковане функціонування цих структурних компонентів. Антропогенні шуми характеризуються:

- ✓ потужністю, яка залежить від виду діяльності промислового підприємства (найпотужнішим рівнем шуму характеризуються підприємства будівельних матеріалів, що спеціалізуються на виробництві залізних конструкцій (понад 100 дБА)) чи виду транспортного засобу (найшумнішим є авіаційний транспорт);
- ✓ тривалістю, яка залежить від кількості транспортних засобів (чисельні автомобілі, що рухаються міськими дорогами і створюють постійне акустичне навантаження, потяги чи літаки – короткоінтервальне акустичне навантаження) чи часу активної діяльності підприємства;
- ✓ відстанню поширення, яка залежить як від джерела акустичного навантаження, так і від природної та антропогенної територіальної структури.

Проведені в межах Львівської урбоекосистеми дослідження, які ґрунтуються на конструктивно-географічному підході, дають змогу виокремити акустичні геосистеми як території з наближеними рівнями та характеристиками акустичного навантаження. У межах міста виділяємо п'ять типів акустичних геосистем (рис. 1):

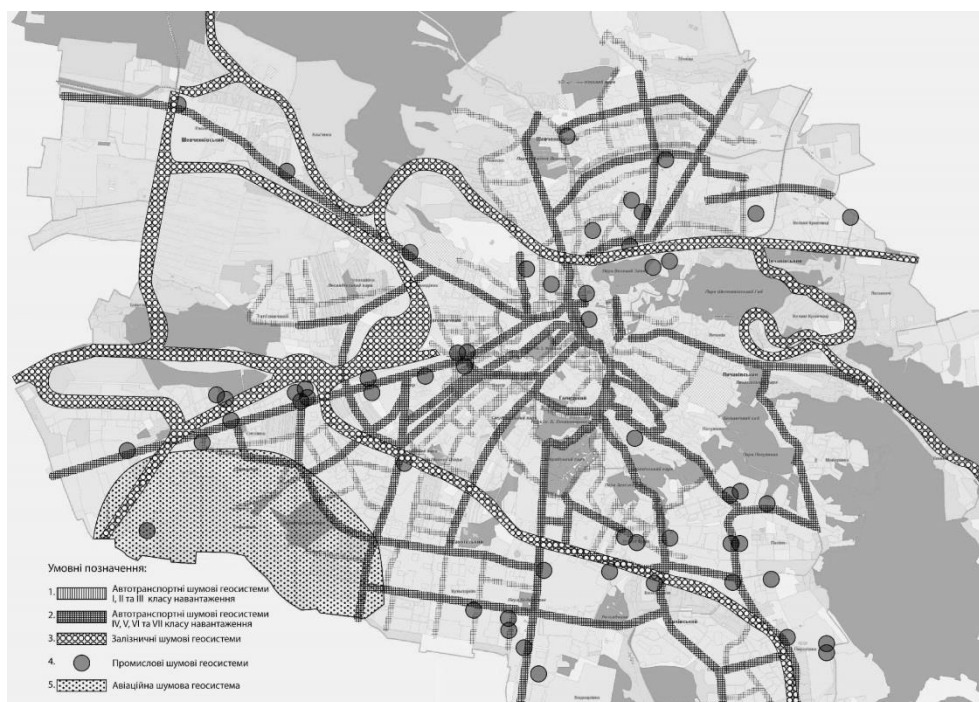


Рис. 1. Картосхема урбоекосистеми Львова з нанесеними акустичними геосистемами

I. Автотранспортні I, II та III класу навантаження. Рівень шуму – 70–90 дБА, інтервали прояву – короткочасові (до 5 хв), шум за стабільністю звучання – переривчастий (рівень звуку періодично різко падає до рівня фонового шуму);

II. Автотранспортні IV, V, VI та VII класів, тобто характеризується підвищеним та критичним рівнем транспортного навантаження. Рівень шуму – 70–90 дБА, інтервали прояву – довгочасові (до 8-ми годин), шум за стабільністю звучання – переривчастий (рівень звуку періодично різко падає до рівня фонового шуму);

III. Залізничні з високим (80–100 дБА) рівнем і короткоінтервальною шуму (до 5–10 хв);

IV. Промислові з шумовим навантаженням 70–110 дБА і порівняно тривалими інтервалами прояву (8–12 годин). Шум за стабільністю звучання – постійний (шум, рівень звуку якого змінюється в часі не більше як на 5 дБА);

V. Авіаційні, які характеризуються, по суті, найвищими рівнями шуму (90–120 дБА) та короткоінтервальною звучання (3–5 хв).

Отже, конструктивно-географічні засади оптимізації акустичного навантаження в межах великих урбокосистем передбачають зниження потужності, тривалості та відстані поширення акустичного навантаження для кожної виділеної акустичної геосистеми.

Зниження потужності такого навантаження в межах міських доріг (автотранспортні геосистеми усіх класів навантаження) можна досягти вживши низку організаційних заходів, зокрема:

✓ регулювання складу транспортного потоку (обмеження пересування в місті вантажних автомобілів, рівень шуму від яких перевищує рівень шуму від легкових приблизно на 10–20 дБА, сприятиме тому, що акустичне навантаження безпосередньо біля проїжджої частини не перевищуватиме 70–75 дБА);

✓ регулювання швидкості транспортних засобів (або її зменшення до 40–50 км/год сприятиме тому, що рівні шуму безпосередньо біля найзавантаженіших доріг не перевищуватимуть 75 дБА);

✓ заміну шумного брукованого покриття доріг на менш шумне асфальтне, що зменшить акустичне навантаження в середньому на 5–7 дБА;

✓ контроль за станом дорожнього покриття (проведені в межах міста дослідження підтвердили, що рівні транспортного шуму на вулицях, де необхідний ремонт, на 5–10 дБА вищі, порівняно з відремонтованими вулицями);

✓ обмеження пересування транспортних засобів дорогами із складним профілем дороги (з огляду на ускладнений рельєф міста та розташування його центру в западині, важливо зазначити, що частина доріг характеризується ускладненим профілем. До таких належать під'їзні до центральної частини Львова вулиці, а також вулиці східної частини міста, що ведуть до гори Високий замок. Як показали наші дослідження, дороги зі складним профілем є джерелом акустичного навантаження, що приблизно на 10 дБА перевищує акустичне навантаження від доріг з вирівняним профілем).

Зниження потужності акустичного навантаження від залізничного транспорту можливо досягти:

✓ регулюванням складу залізничного транспортного потоку (а саме обмеження проїзду в межах урбокосистеми вантажних потягів зменшить потуж-

ність акустичного навантаження від залізничного транспорту в середньому на 10 дБА, адже за однакових умов функціонування рівень шуму під час проїзду пасажирського потяга становить близько 90 дБА на відстані 5 м від колії, тоді як вантажного – 100 дБА на тій самій відстані);

✓ регулюванням швидкості потягів (різна швидкість вантажних чи пасажирських потягів змінює рівень акустичного навантаження на одній і тій же відстані від колії в середньому на 5–7 дБА);

✓ прокладенням залізничних колій в ескарпах (ескарп від італ. *scarpa* – укіс) – внутрішня спадина зовнішнього рову укріплень; протитранспортна перешкода у вигляді крутої стінки зовнішнього рову укріплення [6]). Проїзд потяга в ескарпі зменшує потужність акустичного навантаження за однакових умов функціонування та за однакової швидкості на 5 дБА.

Зниження потужності акустичного навантаження від авіаційного транспорту, яке виникає під час зльоту чи посадки літаків, можливе лише за умови регулювання транспортного потоку, що передбачає заборону використання в межах урбоєкосистеми старих шумонебезпечних авіасуден, яким міжнародна організація цивільної авіації заборонила приземлятися в більшості країн Європи.

Щодо зниження потужності акустичного навантаження від промислових підприємств, тут є значні проблеми, пов'язані з необхідністю використовувати шумонебезпечні станки та установки.

Зменшення тривалості шумового забруднення від автотранспортних доріг урбоєкосистеми можливе передусім під час їхнього поділу на електротранспортні та дороги з приватними чи маршрутними автомобілями.

Отже, для того щоб зменшити інтенсивність і тривалість акустичного навантаження в межах міських доріг необхідною умовою є обмеження руху транспорту на ділянках доріг, які поєднали в собі усі зазначені чинники, що підсилюють потужність акустичного навантаження, створеного чисельними транспортними засобами, тобто брукованих доріг зі складним профілем, що потребують ремонтних робіт, якими курсує міський електротранспорт.

Регулювання тривалості акустичного навантаження в межах геосистем інших типів (залізничних, авіаційних та промислових) має певні труднощі, оскільки такі дії сприятимуть зменшенню кількості потягів та авіасуден, що зупиняються в місті, та зменшенню тривалості роботи промислових підприємств, що негативно позначиться на економічних показниках.

Зменшення відстані поширення акустичного навантаження від усіх типів акустичних геосистем, крім акустично-авіаційної, можливо досягти завдяки шумозахисним (шуморедукційним) екранам. Поняття “екран” прийнято вживати до будь-яких перешкод на шляху поширення шуму. Екранами можуть бути придорожні підпірні, спеціальні захисні стіни, штучні та природні рельєфи місцевості: земляні вали, насипи, відкоси, тераси і т. п. або їхні комбінації, а також спеціальні шумозахисні споруди, а також зелені насадження.

На підставі проведених у межах Львівської урбоєкосистеми досліджень пропонуємо оптимізувати (зменшити) відстань поширення акустичного навантаження так:

✓ посадити зелені насадження вздовж міських доріг, де їх немає;

- ✓ ущільнити зелені насадження на ділянках, де ростуть дерева;
- ✓ установити спеціальні шумозахисні екрани-стілки або бар'єри, які отримали значне поширення у світовій практиці для боротьби з шумом.

Отже, одним з важливих аспектів оптимізації акустичного навантаження в межах великих урбоекосистем в місті є озеленення. Згідно з нашими дослідженнями зелені насадження зменшують рівень транспортного шуму на відстані 10 м від проїжджої частини близько на 10 дБА, залежно від їхнього типу (дерева чи куці) та пори року. Крім того, вони відіграють значну роль в архітектурі міста, адже рослинність, зокрема деревна, є засобом збагачення, а нерідко і формування ландшафту. Завдяки великому архітектурно-планувальному і санітарно-гігієнічному значенню зелені насадження є одним з основних додатків, що утворюють комплекс міста. Акустичний ефект зниження рівня звуку визначають такі чинники, як ширина смуги, дендрологічний склад і конструкція насаджень. Проте тут важливо зазначити, що листя на деревах і куцах тримається недовго. Шумозахисні якості зелених насаджень є ефективнішими лише тоді, коли вони сформовані у вигляді спеціальних багаторядних посадок. Зі зменшенням ажурності крон дерев і збільшенням щільності їхнього листя підвищується ефект шумозахисту. Для здобуття більшого ефекту вже у фронтальній підзоні використовують густокронні дерева з обов'язковим заповненням підкоронового простору підліском і чагарниками [7].

Акустична ефективність екрана залежить від його висоти, довжини та звукоізоляційних властивостей. Матеріали для виготовлення екранів-стінок треба підбирати, головне, з урахуванням конструктивних та економічних поглядів. Крім того, вони повинні бути довговічними, стійкими до атмосферних впливів, вихлопних газів автомобілів, моторних мастил, стійкими до дії механічних засобів очищення. До найпоширеніших матеріалів, які застосовують для будівництва екранів, належить бетон і залізобетон. Використовують також сталь, алюміній, різні пластикові матеріали, скло. Конструкції окремих елементів екранів повинні забезпечувати їхнє щільне приєднання один до одного для створення акустично непрозорого екрана. У місцях розташування зупинок транспорту для забезпечення проходу людей потрібно передбачати розриви в екранах. Під час розроблення проектів комбінованих екранів варто вибирати такі конструкції, конструктивні елементи і форми екрана, щоб екран виглядав як природний, випадково створений природою об'єкт [5].

На нашу думку, економічно доцільним для міста є створення екранів, на яких можливим буде розміщення реклами. Унаслідок цього акустичні екрани будуть не лише самоокупні, а й прибуткові.

Однак зниження рівня шуму, яке забезпечують як зеленими насадженнями, так й екранами на території і в приміщеннях забудови, залежить не лише від його акустичної ефективності, а й від їхнього розташування. Тому для досягнення вдалого шуморедукційного ефекту потрібно враховувати структуру акустичних геосистем різних типів.

Така структура характеризується наявністю центральної ділянки (локалізованої зони) з найбільшими показниками шумового ефекту й декількох перифе-

рійних ділянок, які варто просторово диференціювати залежно від диференціації шкідливості рівня шумового забруднення.

Локалізовані зони акустичного навантаження в межах урбоекосистеми диференціюють залежно від типу акустичної геосистеми.

Центральною ділянкою автотранспортних геосистем різних класів транспортного навантаження, яка характеризується найбільшими показниками рівня акустичного навантаження (понад 75 дБА), є територія в межах 10 м від проїжджої частини дороги.

Будова залізничних шумових геосистем охоплює значну центральну ділянку (до 50 м), яку характеризують високі рівні акустичного навантаження.

Шум промислових геосистем спадає, по суті, прямо пропорційно віддалі від джерела. Акустичне навантаження утворене діяльністю промислових підприємств, де в межах цехів формуються локалізовані зони, що характеризуються потужними рівнями.

Зважаючи на те, що в межах акустичних геосистем виділяються локалізовані (центральні) ділянки, що характеризуються найвищими показниками шуму, доцільним є розміщення зелених насаджень саме на їхніх межах. Для посилення шуморедукційного ефекту пропонуємо ущільнити деревні зелені насадження кущами та хвойними породами (типу туї), що створюватиме додатковий бар'єр для звукових хвиль і в зимову пору року.

Отже, оптимізація акустичного навантаження в межах урбоекосистем повинна ґрунтуватися на конструктивно-географічному підході, який передбачає виділення за шумовими характеристиками акустичних геосистем. Така диференціація сприятиме підбору найкоректніших прикладних оптимізаційних аспектів щодо зменшення основних характеристик акустичних геосистем різних типів.

- 
1. Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища” від 25 червня 1991 р. // Відомості Верховної Ради України. – 1991. – № 41.
  2. *Комарницький В. М.* Екологічне право: навчальний посібник. – 3-є вид. / В. М. Комарницький, В. І. Шевченко, С. В. Єлькін. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 224 с.
  3. *Петлін В. М.* Конструктивне ландшафтознавство / В. М. Петлін. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2006. – 357 с.
  4. *Петлін В.* Оптимізація урбоекосистем в умовах шумового забруднення / В. Петлін, Л. Гілета // Наукові записки Тернопіль. нац. педагог. ун-ту ім. В. Гнатюка. Серія: географія. – Тернопіль: СМП Тайп. – 2010. – № 2 (Вип. 28). – С. 198–203.
  5. *Петрук В. Г.* Будівельно-акустичні засоби зниження транспортного шуму автомагістралей / В. Г. Петрук, І. В. Васильківський, С. М. Кватернюк, О. О. Тищенко // Перший Всеукраїнський з'їзд екологів. (ECOLOGU-2006): зб. матер. Міжнар. наук.-практ. конференції. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – С. 143–149.
  6. Словник іншомовних слів / за ред. О. О. Мельничука (Гол. ред. Української радянської енциклопедії Академії наук Українського РСР). – К., 1974.
  7. *Шилова Т. О.* Екологія міських систем: еколого-орієнтоване містобудівне проектування: конспект лекцій / Т. О. Шилова. – К.: КНУБА, 2008. – 112 с.

*Стаття: надійшла до редколегії 16.05.2013  
доопрацьована 12.07.2013  
прийнята до друку 25.09.2013*

**CONSTRUCTIVE-GEOGRAPHICAL BASIS  
OF OPTIMIZATION OF THE ACOUSTIC LOADING  
IN LARGE URBAN ECOSYSTEM**

**L. Gileta**

*Ivan Franko National University of Lviv,  
P. Doroshenko Str., 41, UA – 79000, Lviv, Ukraine*

Optimization of the acoustic loading as one of the major negative environmental factors in large urban ecosystems was considered. Based on its main characteristics – intensity, duration and distance propagation, certain acoustic geo systems as areas with an approximate noise level were selected. We proposed constructive-geographical principles of optimization of each acoustic geosystem, based on the reduction of their characteristics.

*Key words:* acoustic loading, acoustic geosystem, constructive-geographical basis of optimization.

**КОНСТРУКТИВНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
ОПТИМИЗАЦИИ АКУСТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ  
В ПРЕДЕЛАХ БОЛЬШИХ УРБЭКОСИСТЕМ**

**Л. Гилета**

*Львовский национальный университет имени Ивана Франко,  
ул. П. Дорошенко, 41, г. Львов, 79000, Украина*

Рассмотрено оптимизацию акустической нагрузки как одного из негативных экологических факторов крупных урбэкоцистем. По основным его характеристикам – мощности, длительности и расстоянием распространения, выделено акустические геосистемы как территории с приближенными уровнями шума. Предложены конструктивно-географические основы оптимизации каждой акустической геосистемы, состоящие в уменьшении их характеристик.

*Ключевые слова:* акустическая нагрузка, акустическая геосистема, конструктивно-географические основы оптимизации.