

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА

УДК 530.19

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ВИПРОМІНЮВАННЯ ТА РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ШУМУ

**В.Е. Абракітов, доцент, д.т.н., О.Ю. Нікітченко, доцент, к.т.н.,
Харківська національна академія міського господарства**

Анотація. Кількісна й якісна оцінка поширення шуму в складних умовах може бути отримана шляхом побудови моделей, що базуються на аналогії акустичних і оптичних процесів.

Ключові слова: транспорт, шум, розповсюдження, дифракція, інтерференція, квазіаналогове, моделювання.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ИЗЛУЧЕНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ШУМА

**В.Э. Абракизов, доцент, д.т.н., О.Ю. Никитченко, доцент, к.т.н.,
Харьковская национальная академия городского хозяйства**

Аннотация. Количественная и качественная оценка распространения шума в сложных условиях может быть получена путем построения моделей, которые базируются на аналогии акустических и оптических процессов.

Ключевые слова: транспорт, шум, распространение, дифракция, интерференция, квазианалоговое, моделирование.

MODELING THE PROCESSES OF THE RADIATION AND TRANSPORT NOISE SPREADING

**V. Abrakítov, Associate Professor, Doctor of Engineering Science,
O. Nikitchenko, Associate Professor, Candidate of Engineering Science,
Kharkiv National Academy of Municipal Economy**

Abstract. Quantitative and qualitative assessment of noise spreading in difficult conditions can be obtained by making models based on the analogy of acoustic and optical processes. The results of the experiments performed using new designs of devices for analog and quasi analog modeling the processes of the spreading transport noise have been given.

Key words: transport, noise, spreading, diffraction, interference, quasi analog modeling.

Вступ

Одним зі шкідливих чинників навколишнього середовища є шум. За даними медичних досліджень, шум негативно впливає на діяльність нервово-психічної системи людини, призводить до зростання різноманітних захворювань, порушує умови комфортного існування людини тощо. Урбанізоване середовище сучасного міста дуже страждає від великої кількості

різноманітних та усіляких джерел шуму (ДШ), що за походженням, головним чином, можуть бути віднесені до двох груп: транспортний шум та виробничий шум.

Мета і постановка задачі

Результатом розробки проектної документації сучасного міста є обов'язкове складання карти шуму такого міста та його окремих

складових частин (житлових районів), на якій наочно видно області акустичного дискомфорту, тобто умовно позначені території із рівнями звуку, що перевищують нормативні. Аналіз існуючих карт шуму багатьох міст України показує, що такі області акустичного дискомфорту практично завжди розташовані уздовж основних транспортних артерій міста та поблизу промислових підприємств. При тому виробничий шум може бути вдало локалізовано архітектурно-планувальними методами, тобто за рахунок створення нормативних санітарно-захисних зон поблизу його джерел. З цієї причини дослідження процесів розповсюдження виробничого шуму не входить до мети нашого дослідження; наші зусилля були зосереджені на дослідженні процесів розповсюдження шумів саме транспортного походження, де зонування територій вже не дає такого яскраво вираженого ефекту. Стислі умови міської забудови не дозволяють відносити «червону лінію» заселення на значну відстань від транспортних магістралей; такі магістралі самі по собі представлені як лінійні джерела шуму складної просторової конфігурації, розподілені за висотою (згідно з рельєфом місцевості), що перетинаються між собою, а розповсюдження шуму від них вже не описується простою залежністю зменшення інтенсивності звуку у міру віддалення від джерела та неймовірно ускладнюється сукупністю дифракційних та інтерференційних процесів.

Аналіз публікацій

Одним зі способів пошуку шляхів розв'язання екологічних проблем сучасного міста є аналогове моделювання процесів розповсюдження різноманітних забруднень довкілля. На відміну від натурних досліджень, на підставі яких будуються карти шуму за рахунок застосування математичного апарату – засобів інтерполяції, у ряді випадків неможливо належним чином спрогнозувати розповсюдження звукової енергії у складних ситуаціях. Згідно з матеріалами наших досліджень, кількісна й якісна оцінка поширення шуму в складних умовах, з урахуванням безлічі супутніх факторів і хвильових явищ, що неминуче виявляються, може бути отримана шляхом побудови моделей, що базуються на аналогії акустичних і оптичних процесів. В рамках [1] нами було запатентовано так звані пристрій для візуалізації картини зашумованості міської

забудови згідно [3, 5], що використовує заміну реального звукового випромінювання оптичним (видиме світло або інфрачервоне випромінювання на моделі). Зони натурної звукової тіні представлено в моделі міської забудови зонами звичайних, світлових тіней, що легко спостерігаються неозброєним оком. Лінійне ДШ на місцевості (автомобільна дорога) у ході експерименту замінюється його моделлю у виді лінійного джерела світла. Світловий потік, випромінюваний такою лампою, що являє собою модель потоку звукової енергії, випромінюваної транспортом, що рухається, від дороги, є пропорційним йому і пов'язаний з його енергетичними параметрами раніше виведеними нами залежностями [8]. За ступенем освітленості кожної ділянки зображення судять про ступінь зашумованості міської забудови. Подальшого розвитку ця наукова ідея набула також у роботах [5, 6]. Розроблено засади дотримання вимог подоби при аналоговому моделюванні процесів розповсюдження звуку [8], систему градування вимірювальних приладів [7], науково обґрунтовано аналогію хвильових явищ і характеристик звуку та світла задля діапазону обмежень, що накладено вимогами акустичного моделювання. Працездатність та можливість виготовлення пристроїв аналогового та квазіаналогового моделювання підтверджено патентами України та Росії на винаходи. Окрім створення самих пристроїв моделювання [9] та необхідної для їх діяльності інфраструктури, наші дослідження включали апробацію винаходів, тобто їх використання за прямим призначенням. Отриману в ході модельних експериментів інформацію наведено нижче. На її базі можуть бути створені карти шуму, що описують розподіл акустичного забруднення на території міста.

Результати аналогового моделювання процесів розповсюдження транспортного шуму

Приклади таких карт шуму для конкретного випадку окремо узятих ділянок міської забудови, на яких розташовані різні житлові групи одного з мікрорайонів Салтівського житлового масиву м. Харкова, наведено на рис. 1, 2. У першому випадку (рис. 1) розглядається житлова група, що включає два, а в другому (рис. 2) – житлова група, що включає три дев'ятиповерхових будинки з лінійним ДШ у виді транспортної автомагістралі. Масштаб схем – 1:1250 (у 1 см – 1,25 м).

Цьому значенню відповідає константа подоби $c_L=0,0008$. На рис. 1, а, 2, а показано вихідні дані у виді планів місцевості, на яких чітко видно вищевказані будинки, що служать шумозахисними екранами на шляху поширення шумового забруднення, дерева та інші елементи інженерного благоустрою, що справляють вплив на акустичні процеси, що відбуваються на території житлових груп. Слід звернути увагу, що на схемах проведено топографічні горизонталі (спад рівнів місцевості), узяті з даних геодезичної зйомки місцевості. Крутість рельєфу (перепад висот на декілька метрів на ділянці обмеженої

площі) впливає на процеси поширення шуму, – але це звичайно не враховується теоретичними розрахунками. У випадку побудови оптико-акустичної аналогової моделі її основу просто відхиляють від чітко горизонтального положення під певним кутом, що відповідає природному ухилу рельєфу місцевості. Відповідно до теорії подоби повинна бути забезпечена рівність кутів нахилу відповідних елементів моделі і природи. Похиле положення змінної моделі міської території з ухилом $i = 0,03 \%$, що відповідає природному перепаду висот на місцевості, анітрохи не ускладнює проведення експерименту.

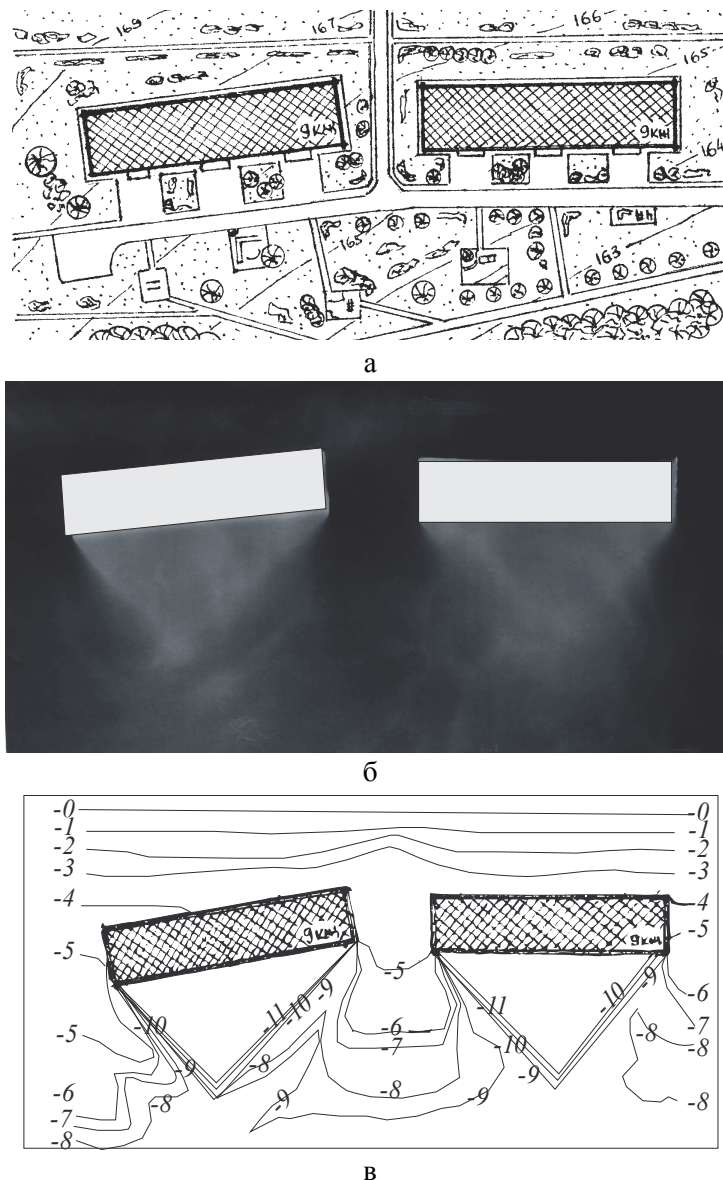


Рис. 1. Експеримент з аналогового моделювання з використанням вищевказаного пристрою.

Дослідження закономірностей поширення шуму від лінійного ДШ: а – конкретна місто-будівельна ситуація; б – результати експерименту в необробленому вигляді (розподіл світлотіні на поверхні основи моделі); в – результати експерименту в обробленому виді: (карта шуму, побудована на базі моделювання. Цифровими позначеннями показано: 0 дБА – вихідний рівень звуку; X дБА – його зниження. Масштаб лінійних розмірів 1:1250 ($c_L = 0,0008$))

Спад рівнів звуку, як і слід було очікувати, здійснюється всередину мікрорайону, у міру віддалення від автомобільної дороги, що є його основним джерелом. Зони акустичної тіні за будинками мають чітко виражену трикутну форму. У результаті інтерференції звукових хвиль і змодельованого в результаті експериментів ухилу місцевості трикутники

звукової тіні не є рівнобедреними, мають своєрідні відхилення від правильної геометричної форми і т.п. (що виявляються винятково за допомогою аналогового моделювання) свої специфічні особливості. Незважаючи на визначену зовнішню подібність рис. 1, б з наступним далі рис. 2, б, можна помітити, що ці два зображення – абсолютно різні.

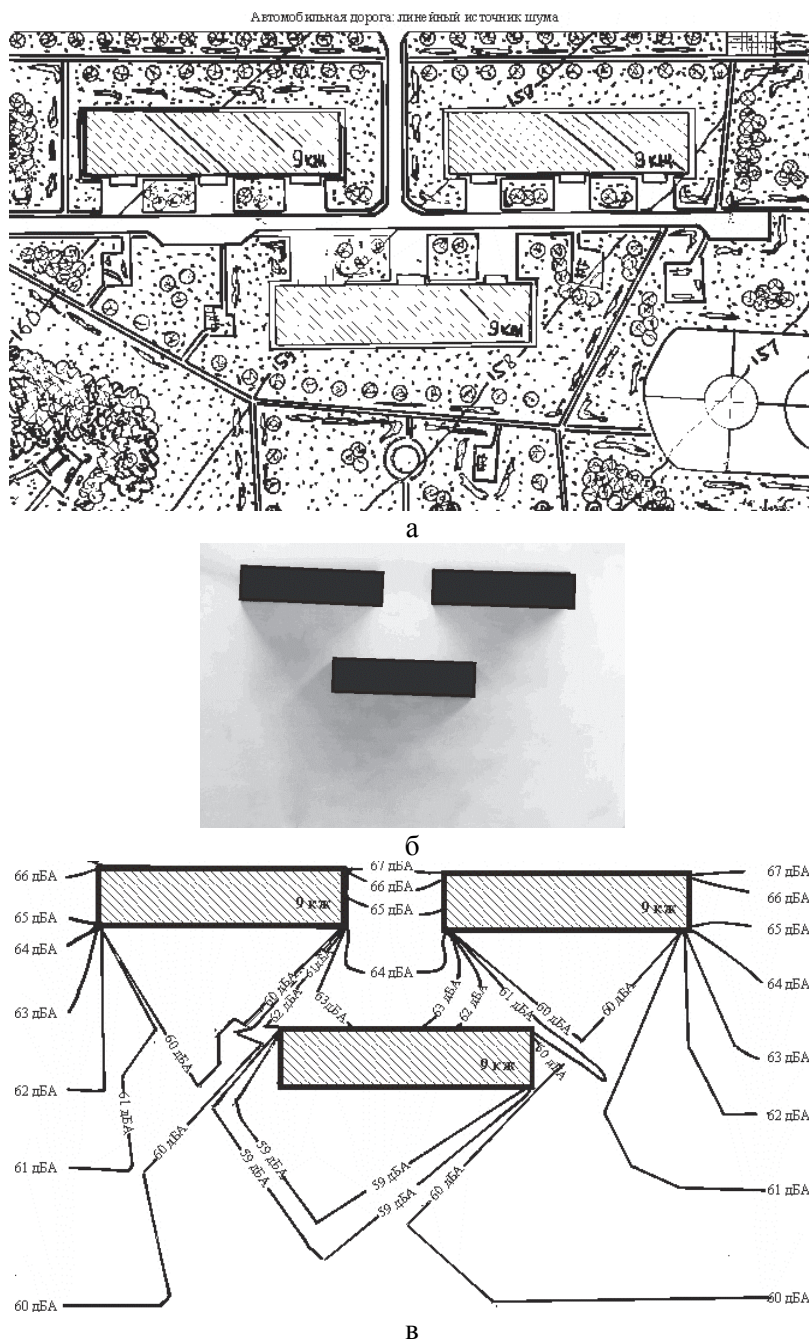


Рис. 2. Інший експеримент з аналогового моделювання з використанням вищеописаного пристрою. Дослідження закономірностей поширення шуму від лінійного ДШ: а – конкретна містобудівельна ситуація; б – результати експерименту в необробленому вигляді (розподіл світлотіні на поверхні основи моделі); в – результати експерименту в обробленому вигляді: карта шуму, побудована на базі моделювання.

Відрізняється не тільки кількістю та просторова орієнтація будинків на аналоговій моделі; відрізняється насамперед розподіл зон акустичної тіні. Цей приклад наочно показує, що навіть у зовні подібних за багатьма ознаками умовах зони тіні не завжди адекватні.

Висновки

Недискретні способи реєстрації розповсюдження шуму характеризуються високою наочністю: звертаючись до наведених фотографій, можна помітити, що на кожній з них явно видно спад енергії, що моделюється, в міру віддалення від ДШ, зони акустичної тіні, утворені будинками, спорудженнями і шумозахисними засобами, з можливістю кількісної оцінки в акустичних величинах (дБ) розподілу енергії, що моделюється, по території моделі об'єкта. Таким чином, розроблені пристрої акустичного моделювання мають велику практичну значущість. Побудова карт шуму, їх детальне вивчення і розробка (на базі попереднього аналізу отриманих у результаті моделювання зведень) належних заходів щодо оптимізації акустичного клімату урбанізованих територій дозволяє вирішити безліч екологічних проблем, пов'язаних із шумовим забрудненням навколишнього середовища, і забезпечити акустичний комфорт Людини в місцях її мешкання.

Література

- Абракітов В.Э. Аналоговое и квазианалоговое моделирование процессов распространения звука в пространстве для прогнозирования шумового режима на защищаемом объекте / В.Э. Абракітов. – Х.: АО ХГПИ, 1997. – 40 с.
- Абракітов В.Э. Совершенствование акустического комфорта методами моделирования распространения, поглощения и изоляции звуковых волн: автореф. дисс. на соискан. учен. степ. доктора техн. наук: 27.00.02 «Документоведение, архивоведение»/ Абракітов В.Э. – С.Пб., 2012. – 48 с.
- Патент № 2058601 (Россия). Устройство для визуализации картины зашумленности городской застройки / Сафонов В.В.; Заявитель и патентообладатель Сафонов В.В.; Захаров Ю.И., Абракітов В.Э. – № (21) 5040086/28; заявл. 27.04.1992; опубл. 20.04.96. Бюл. № 11.
- Патент UA 20369 A 601H9100 (Україна). Пристрій візуалізації картини зашумованості міської забудови / Сафонов В.В.; Заявник та патентовласник Сафонов В.В. Захаров Ю.И., Абракітов В.Э. – № (21) 94062637; заявл. 20.06.1994; опубл. 27.02.1998. Бюл. № 11.
- Абракітов В.Э. Визуализация картины зашумленности городской застройки способами аналогового моделирования / В.Э. Абракітов, В.В. Сафонов // Збірник наукових праць інституту безперервної фахової освіти. – Дніпропетровськ, 2002. – С. 3 – 8.
- Абракітов В.Э. Аналоговое моделирование процессов распространения звука на территории города / В.Э. Абракітов, С.В. Нестеренко // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики: Всеукраинский межвед. науч.-техн. сборник. – 2002. – Вып. 121. – С. 87 – 94.
- Применение логарифмического масштаба в измерениях световых величин / В.Э. Абракітов, В.В. Сафонов. – Днепропетровск, 1992. – 9 с. – Деп. в Укр. НИИНТИ 02.07.92, № 979-Ук 92.
- Абракітов В.Э. Система констант подобия при моделировании физических явлений материального мира / В.Э. Абракітов // Коммунальное хозяйство городов: науч.-техн. сборник. – 2002. – Вып. 35. – С. 38 – 43.
- Абракітов В.Е. На шляху до наукових відкриттів: монографія / В.Е. Абракітов. – Х.: Парус, 2007. – 424 с.
- Абракітов В.Е. Моделювання в акустиці: монографія / В.Е. Абракітов. – Х.: ХНАМГ, 2011. – 227 с.
- Абракітов В. Е. Картографування шумового режиму центральної частини міста Києва: монографія / В.Е. Абракітов. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 304 с.
- Абракітов В.Э. Строим карту шума города Харькова / В.Э. Абракітов. – Х.: Парус, 2012. – 48 с.

Рецензент: Н.Б. Волненко, професор, д.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 2 липня 2012 р.