

DOI: 10.32347/2076-815x.2022.79.342-354

УДК 711.4

к.т.н, доцент **Приймаченко О.В.**,
prymachenko.ov@knuba.edu.ua, ORCID 0000-0001-5125-8472,
Київський національний університет будівництва і архітектури

МОДЕЛЬ ШУМОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ

Досліджено формування шумових навантажень від транспортного потоку з визначенням фізичних шумових показників. Проаналізовано зони впливу розповсюдження шумових навантажень на прилеглий території.

В статті на основі проведених розрахунків отримані моделі розповсюдження шуму в просторі, які в подальших дослідженнях можуть бути використані для організації планування та забудови прилеглих територій, вибору можливих методів захисту від дій негативного впливу шумових навантажень на населення.

Ключові слова: шум; шумові навантаження від транспорту; розповсюдження шуму; захист від шуму території.

Актуальність теми і постановка проблеми. Проблема зниження впливу шуму вирішується в основному за рахунок влаштування шумозахисних екранів вздовж автомобільних доріг. США, Японія та значна кількість Європейських держав на сьогодні активно використовують дані методи захисту. Проте досвід вказує на низку проблемних аспектів, які потрібно враховувати при виборі методів захисту та можливого комплексного підходу при дослідженні міських територій вулично-дорожньої мережі міста. Проблема виникає в необхідності не лише зниження акустичного дискомфорту й впливу технічних, економічних аспектів, естетичного сприйняття інженерних елементів захисту території.

Виникає потреба комплексного підходу в планувальних рішеннях забудови прилеглої території, її висотного положення, визначення функціонального використання примагістральних територій для мешканців міста.

Метою статті є дослідження особливостей формування шумових навантажень від транспортного потоку, їх розповсюдження та можливі методи захисту прилеглої території від дії даних екологічних навантажень. Основним джерелом формуванню шумових навантажень на території міста є вулично-дорожня мережа з її транспортним потоком. Значна частка формування шумових навантажень припадає на частину магістральної мережі міста. Тому саме магістральна мережа з її значною площею примагістральної території стає актуальним дослідженням та визначенням проблематики захисту від

негативного впливу шуму, сформованому на магістральній мережі від транспортних потоків в різних умовах проходження мережі та з різними умовами планувальних рішень примагістральної території, її навколишньої забудови та планувальних висотних рішень розташування прилеглої території відносно положення магістральної мережі. Дослідження є основою для визначення закономірностей розповсюдження шуму та вибору ефективних методів захисту примагістральних територій від дії шуму для створення комфортних умов існування мешканців міст [4,5,12,15].

Аналіз досліджень та публікацій. Проблеми захисту територій від шуму в містобудуванні досліджено у чисельних наукових роботах, серед яких особливо необхідно відмітити праці таких вчених, як С.Б. Солуха[1], Е.П. Самойлюк [2], Т.О. Шилова [3], Г.Л. Осипов, Є.Я. Юдін [9]. Дані роботи, їх дослідження вказують на необхідність постійного аналізу процесів формування характеристик шуму, їх динамічного зростання від транспортних потоків, розвитку вулично-дорожньої мережі, процесів реконструкції території та нових вимог до якості екологічного стану міського середовища.

Мета статті полягає у аналізі і дослідженні особливостей формування шумових навантажень від транспортного потоку, їх розповсюдження в просторі та можливі методи захисту прилеглої території від дії даних екологічних навантажень.

Виклад основного матеріалу.

В Україні на даний час чинними нормативними документами щодо захисту від шуму є ДБН В. 1.1-31:2013 «Захист територій будівель і споруд від шуму» [13] та Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 22 лютого 2019 року N 463 «Про затвердження Державних санітарних норм допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови».

Для аналізу шумових характеристик була досліджена заміська ділянка в умовах безперервного руху транспортного потоку автомобільної магістралі. Сучасні автомобільні магістралі є основними джерелами шуму в населених пунктах. Розглянута ділянка автомобільної дороги, яка проходить через населені пункти з прогнозованою значною інтенсивністю.

Розрахунок шумової характеристики транспортного потоку проводився у відповідності до ДСТУ-Н.Б.В. 1.1-33:2013 Настанова з розрахунку та проектування захисту від шуму сельбищних територій [14]. Вихідними характеристиками до розрахунку є добова інтенсивність та швидкість руху транспорту. Швидкість руху всіх транспортних засобів прийнята 110 км/год для легкових автомобілів та 90 км/год для інших. Дані показники характерні для такого типу доріг, для яких не встановлені обмеження для населених пунктів.

Покриття дороги - асфальтобетон, рельєф дороги - рівнинний.

Для досягнення поставленої мети визначені відповідні розрахункові точки для фіксації даних шумових навантажень на різних відстанях відносно джерела шуму (рис. 1, 2).

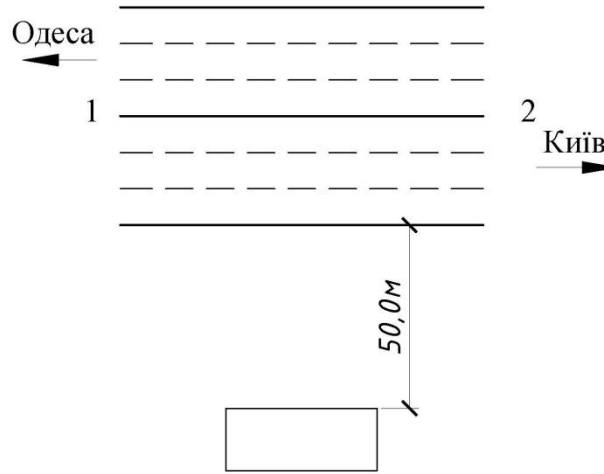


Рис.1. Схема замірів шуму

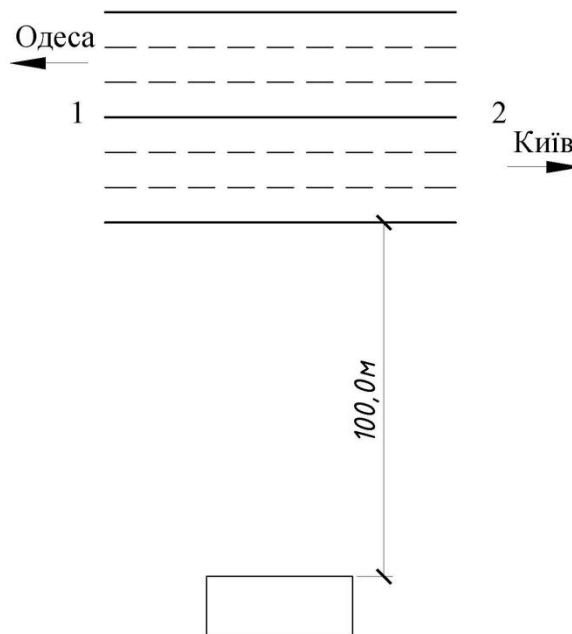


Рис.2. Схема замірів шуму

Тривалість заміру - 15 хвилин відповідно до кожної схеми дослідження. Показники дослідження представлені в таблицях (табл. 3, 4): основні джерела шуму і характер шуму, що створюються на території автотранспортом. Автомобільною дорога з чотирма смугами руху, шум широкополосний не постійний, характеристика транспортного потоку представлена легковими, вантажними автомобілями та автобусами з різною вантажністю та місткістю (табл. 1, 2).

Таблиця 1.

Характеристика транспортного потоку ділянки дослідження №1

Напрямок руху	Легкові автомобілі	Вантажні автомобілі				Автобуси			Разом
		до 3,5т	3,5-5,0т	5,0-12,0т	Понад 12,0т	До 20	20-30	Понад 30	
1-2	164	13	2	9	14	16	3	1	222
2-1	148	10	4	9	10	11	4	2	200

Таблиця 2.

Характеристика транспортного потоку ділянки дослідження №2

Напрямок руху	Легкові автомобілі	Вантажні автомобілі				Автобуси			Разом
		до 3,5т	3,5-5,0т	5,0-12,0т	Понад 12,0т	До 20	20-30	Понад 30	
1-2	154	15	4	8	12	14	5	2	214
2-1	168	12	3	10	11	10	4	2	220

Таблиця 3.

Показники шумових характеристик ділянки дослідження №1

Шумова характеристика, L_A , дБ	
День	Ніч
81,2	79,4

Таблиця 4.

Показники шумових характеристик ділянки дослідження №2

Шумова характеристика, L_A , дБ	
День	Ніч
80,4	78,8

Відповідно до досліджуваних ділянок необхідно визначити показники зниження шумових характеристик в розрахункових точках дослідження. Основними показниками по зниженню шуму є наступні значення:

- зниження шуму за рахунок розходження фронту хвилі ΔL_A відст, дБ;
- зниження шуму за рахунок поглинання звуку в повітрі ΔL_A пов, дБ;
- зниження шуму за рахунок поглинання звуку покриттям землі $\Delta L_{A\text{покр}}$, дБ.

Відповідно до отриманих значень відповідних показників зниження шуму (табл. 5, 6), отримано розрахункові значення на відповідних відстанях точок дослідження (табл. 7, 8).

Таблиця 5.

Показники зниження шумових характеристик ділянки дослідження №1

Параметри та показники зниження шуму, L_A , дБ	
зниження шуму за рахунок розходження фронту хвилі $\Delta L_{A \text{ відст}}$, дБ	8,0
зниження шуму за рахунок поглинання звуку в повітрі $\Delta L_{A \text{ пов}}$, дБ	0,2
зниження шуму за рахунок поглинання звуку покриттям землі $\Delta L_{A \text{ покр}}$, дБ	4,3

Таблиця 6.

Показники зниження шумових характеристик ділянки дослідження №2

Параметри та показники зниження шуму, L_A , дБ	
зниження шуму за рахунок розходження фронту хвилі $\Delta L_{A \text{ відст}}$, дБ	10,3
зниження шуму за рахунок поглинання звуку в повітрі $\Delta L_{A \text{ пов}}$, дБ	0,5
зниження шуму за рахунок поглинання звуку покриттям землі $\Delta L_{A \text{ покр}}$, дБ	11,8

Таблиця 7.

Показники розрахункових рівнів шуму на ділянці дослідження №1

Параметри та показники розрахункових рівнів шуму, L_A , дБ		
Розрахункові рівні шуму, дБ	день	ніч
	68,7	66,9
Допустимі рівні шуму, дБ	55	45
Допустимі рівні шуму з врахуванням таблиці 1, п25. та примітки п.5 ДБН В.1.1-31:2013, дБ	65	55
Перевищення над допустимими рівнями, дБ	3,7	11,9

Таблиця 8.

Показники розрахункових рівнів шуму на ділянці дослідження №2

Параметри та показники розрахункових рівнів шуму, L_A , дБ		
Розрахункові рівні шуму, дБ	день	ніч
	57,8	56,2
Допустимі рівні шуму, дБ	55	45
Допустимі рівні шуму з врахуванням таблиці 1, п25. та примітки п.5 ДБН В.1.1-31:2013, дБ	65	55
Перевищення над допустимими рівнями, дБ	-	1,2

Відповідно до дослідження та отриманих розрахунків на ділянці є перевищення рівнів шуму над допустимими величинами до 3,7 ДБа для денного часу доби та 11,9 ДБа для нічного часу.

Отримані дані дозволили провести регресійний аналіз з побудовою моделей показників шуму (рис.3, 4), які дозволяють аналізувати і прогнозувати екологічні шумові навантаження, їх потенціал дії на території планування при певних умовах також може бути критерієм для зонування території за ступенем екологічного навантаження та подальшого визначення прилеглих територій за функціональним призначенням.

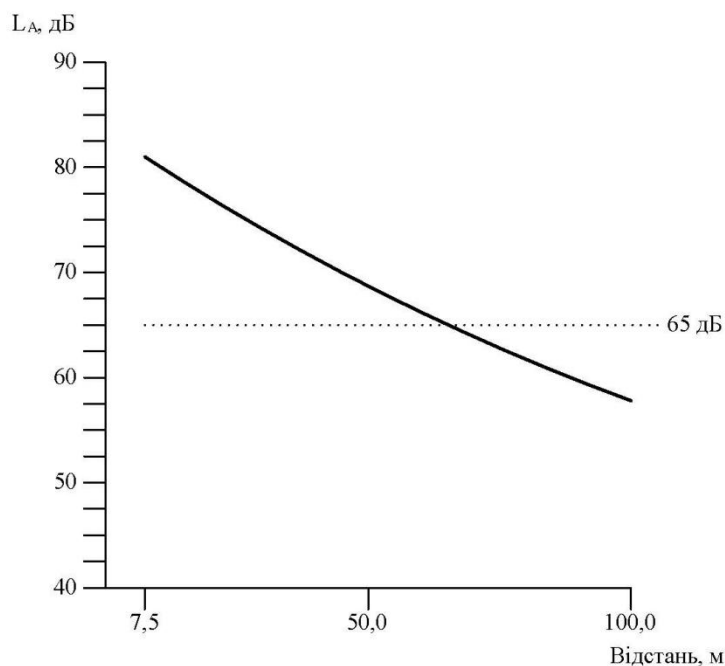


Рис.3. Залежність показників шуму від відстані розташування джерела шуму транспортного потоку для денного часу доби

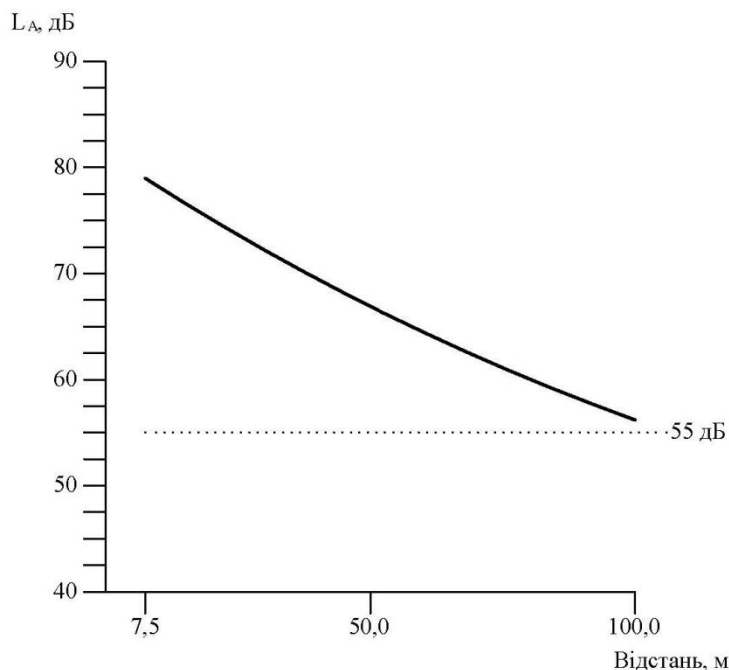


Рис.4. Залежність показників шуму від відстані розташування джерела шуму транспортного потоку для нічного часу доби

Виходячи з законів розповсюдження звукових хвиль в повітрі та законів поглинання та відбиття звукової енергії на шляху розповсюдження звуку в практиці основними методами захисту прийнято використання насипів, виїмки та застосування штучних бар'єрів у вигляді шумозахисних екранів. Дослідження законів розповсюдження звуку та отримання звукової тіні з врахуванням передачі звука перешкодою дифракції звукових хвиль, яка виникає при поширенні хвиль, здатність оминати перешкоди надає можливість визначити ефективність та надати оцінку з показниками використання шумозахисних екранів. Це зумовлено тим, що хвильовий рух спостерігається в області за перешкодою, куди хвиля не може потрапити прямо. Ефективність зниження шуму конструкцією, що екранує, залежить від її висоти та протяжності.

Відповідно до даної ділянки досліджуємо конструкцію з шумозахисного екрану для пониження дії шумового навантаження в розрахункових точках.

Розташування шумозахисних екранів доцільне вздовж вулиць та автомобільних доріг найближче до джерела шуму. Досліджено застосування екрану висотою 4,5м (рис.5).



Рис.5. Фото шумозахисного екрану

Модель показників шуму з застосуванням шумозахисного екрану (рис.6,7) дозволяє аналізувати і прогнозувати екологічні шумові навантаження, їх потенціал дії на території планування при певних умовах також може бути критерієм для визначення ефективності використання відповідного екрану та визначення показників шумових навантажень в зоні дії звукової тіні.

Для забезпечення розрахункової величини зниження звуку в розрахункових точках за екраном (величини акустичної ефективності екрана) потрібно щоб конструкція відповідала певним вимогам щодо її звукоізоляції. Тип панелей екрану повинен відповідати необхідному рівню звукової ізоляції.

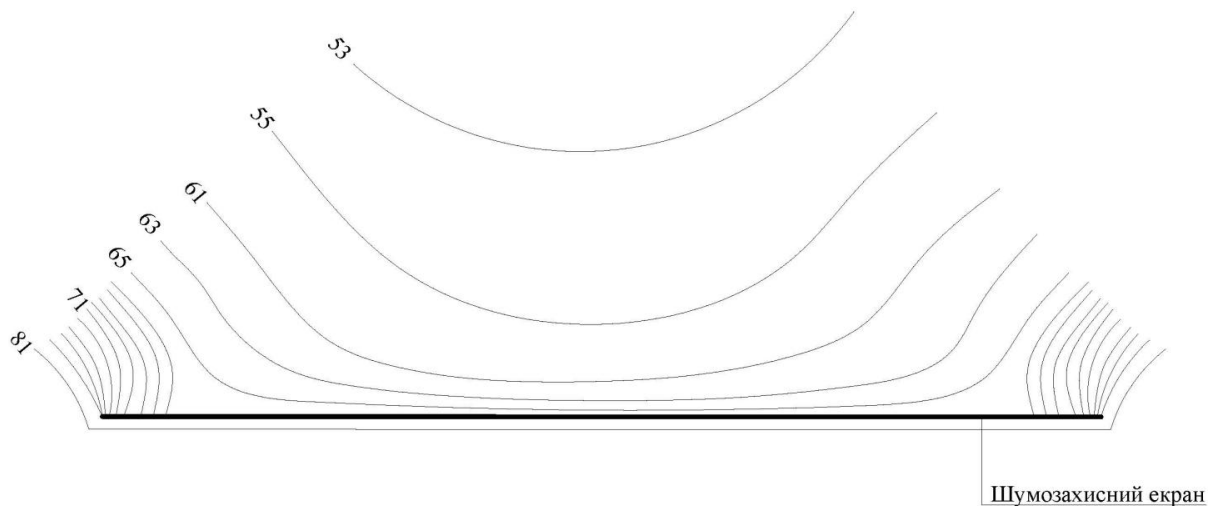


Рис.6. Розрахункові рівні шуму при застосуванні шумозахисного екрану

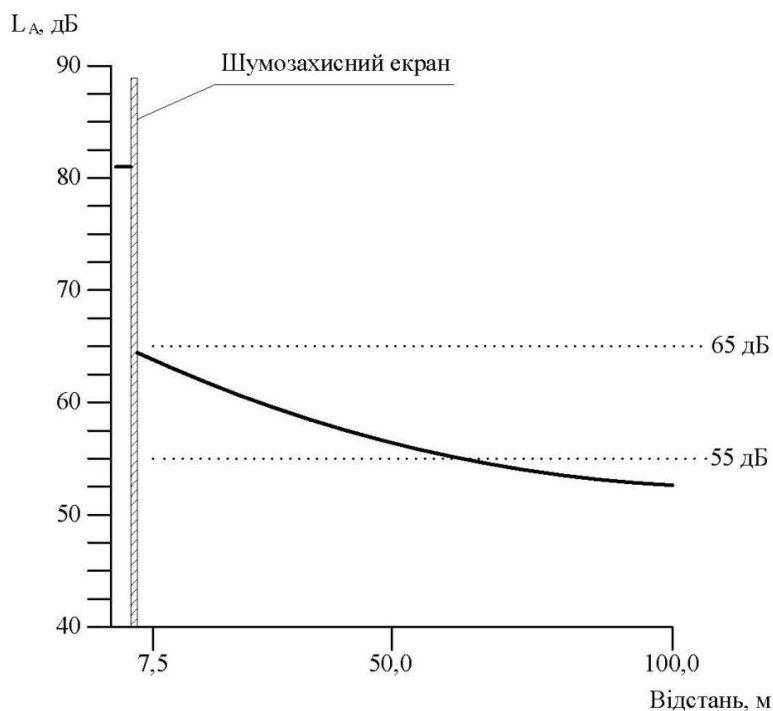


Рис.7. Залежність показників шуму від відстані розташування джерела шуму транспортного потоку при застосуванні шумозахисного екрану

Оцінка зашумленості міжмагістральних територій є важливим етапом у роботі проектувальників містобудівників, пов'язаної з урахуванням вимог чинних нормативних документів щодо захисту від шуму. Все це підвищує роль

методів оцінки, що використовуються при аналізі та виборі найбільш ефективного, з погляду захисту від шуму, проекту планування забудови.

Для оцінки на стадії проектування детального планування достатньо на плановій підставі визначити положення демаркаційної кривої акустичного комфорту. При цьому демаркаційна крива акустичного комфорту може бути нанесена не одна, а декілька, залежно від прийнятих величин допустимого рівня звуку $L_{\text{екв.доп.}}$ та розрахункового рівня звуку на магістралі $L_{\text{екв.}}$.

Висновок.

Проведено аналіз показників шумових характеристик на автомобільній дорозі, визначені показники рівнів шуму з врахуванням інтенсивності руху та умов ділянки дослідження. Проаналізовані методи захисту від дії шумових навантажень шумозахисним екраном.

На основі проведених розрахунків отримані моделі розповсюдження шуму в просторі в залежності від відстані до джерела шуму, сформованого транспортним потоком.

Відповідні дослідження та отримані моделі можуть бути використані в дослідженнях зонування приміагістральних територій за ступенем шумового навантаження на лінійних ділянках вулично-дорожньої мережі міста.

Даний підхід може бути критерієм по вибору методів захисту від розповсюдження шуму. В умовах значної вартості земельних ділянок та щільності забудови в містах в містобудуванні існує постійний пошук методів захисту від негативного впливу шуму транспортних потоків на вулично-дорожній мережі. Одним із ефективних методів захисту, який розповсюджено на міжміських автомобільних дорогах, є застосування шумозахисних екранів. Розташування даних інженерних конструкцій в містах викликає і певні складнощі їх застосування в умовах вже сформованого архітектурно-планувального середовища міста, тому дослідження методів захисту в містах потребують постійних багаторівневих підходів та пошуків оптимальних методів захисту відповідно до конкретних умов міського середовища. Також слід зазначити, що потенціал дії шумових навантажень на території залежить і від інженерної підготовки території, наявності елементів озеленення міста, організації транспортного руху.

Практика боротьби з шумом вказує, що архітектурно-планувальні заходи забудови, зонування території за функціональним призначенням, збільшення в розумних межах розривів між джерелами звуку та об'єктами шумозахисту є важливим, але в більшості випадків не забезпечують нормований акустичний режим у будівлях та на території міста, де насиченість життєво необхідними інженерними комунікаціями створює особливу цінність кожного квадратного метра території. Тому особливого значення набувають акустичні методи

захисту від транспортного шуму в містах створення шумозахисних екранів та шумозахисних будівель.

Список літератури

1. Солуха Б.В., Фукс Г.Б. Міська екологія. Навчальний посібник.-К.: КНУБА, 2004. - 338 с.
2. Самойлюк Е.П., Денисенко В.И., Пилипенко А.П. Борьба с шумом в населенных местах. - Київ, Будівельник, 1981. - 144 с.
3. Шилова Т.О. Аналіз акустичної обстановки в місті Києві. Містобудування та територіальне планування. Науково технічний збірник: Київ, КНУБА, 2005, випуск 20. – С. 392-396.
4. Приймаченко О.В. Визначення планувальних заходів по зниженню шуму на примігстральних територіях. Містобудування та територіальне планування. Науково технічний збірник: Київ, КНУБА, 2014, випуск 51. – С. 469-474.
5. Приймаченко О.В. Аналіз моделей поширення шуму в просторі. Містобудування та територіальне планування. Науково технічний збірник: Київ, 2014, КНУБА, випуск 53. 435-439.
6. Зеленко Ю.В., Недужа Л.О. Прогнозування та моделювання шумового навантаження. Сучасні підходи до створення шумових карт залізниць», «Локомотив-Інформ», вересень-жовтень 2015. – С. 9-10.
7. Попов В.І., Балцкарс П.Я., Барановський А.Є. Шум від залізничного транспорту. Математична модель CRN», представлена на 47-й міжнародній науковій конференції. Рига, 11–13 жовтня 2008 р., Наукові праці Ризького технічного університету, Транспорт і інженерія, Залізничний транспорт, № 12.
8. Осипов Г.Л., Юдін Є.Я. Зниження шуму в будівлях і житлових приміщеннях. - М.: Стройиздат, 1987.
9. Овсянніков М.С. Побудова карт шумового забруднення методом ітераційного трасування джерел. Викладено в доповідях IV Академічних читань «Актуальні питання будівельної фізики», 2012.
10. Яремчук О.М., Пулашкін В.Ю. Картографування шумового забруднення автомобільних доріг м. Миколаєва за допомогою ГІС-технологій (з використанням програмного комплексу ARCGIS) // Автоматика та комп'ютерно-інтегровані технології. 2 (2019): 132-139, doi: 10.33815/2313-4763.2019.2.21.132-139.
11. Наука для екологічної політики. Майбутній запис: Підходи до зниження шуму. Квітень 2017 р. Випуск 17. – 32 с.
12. Приймаченко О.В. Модель оцінки ефективності планувальних заходів захисту примігстральних територій від впливу екологічних

навантажень магістральної мережі м. Києва. Підводні технології. Науково технічний збірник 2017, випуск 05. - С. 67-73.

13. ДБН.1.1-31:2013. Захист територій, будинків і споруд від шуму.

14. ДСТУ-Н Б.В.1.1-33:2013 Настанова з розрахунку та проектування захисту від шуму сельбищних територій.

15. Приймаченко О.В., Шилова Т.О. Определение границ акустических загрязнений от магистрали на стадии зонинга территории . Підводні технології, 2017, випуск 07. – С. 49-56. DOI: 10.26884/1707.1802

к.т.н, доцент **А.В. Приймаченко**

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

МОДЕЛЬ ШУМОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА

Целью статьи является анализ и исследование особенностей формирования шумовых нагрузок от транспортного потока, их распространение в пространстве и возможные методы защиты прилегающей территории от действия данных экологических нагрузок. Проведён анализ показателей шумовых характеристик на автомобильной дороге, определены показатели уровней шума с учётом интенсивности движения и условий исследования. Проанализированы методы защиты от шумовых нагрузок шумозащитным экраном.

На основе произведенных расчётов получены модели распространения шума в пространстве в зависимости от расстояния до источника шума, сформированного транспортным потоком. Соответствующие исследования и полученные модели могут быть использованы в исследованиях зонирования примагистральных территорий по степени шумовой нагрузки на линейных участках улично-дорожной сети города.

Оценка зашумленности межмагистральных территорий является важным этапом в работе проектировщиков градостроителей, связанной с учётом требований действующих нормативных документов по защите от шума. Все это повышает роль методов оценки, используемых при анализе и выборе наиболее эффективного, с точки зрения защиты от шума, проекта планировки застройки.

Для оценки на стадии проекта детальной планировки достаточно на плановой подоснове определить положение демаркационной кривой акустического комфорта. При этом демаркационная кривая акустического комфорта может быть нанесена не одна, а несколько, в зависимости от принятых величин допустимого уровня звука $L_{\text{екв, доп}}$ и расчётного уровня звука на магистрали $L_{\text{екв}}$.

Ключевые слова: шум; шумовые нагрузки от транспорта; распространение шума; защита от шума территории.

PhD, Associate Professor **Oleksiy Pryimachenko**
Kyiv National University of Construction and Architecture

MODEL OF NOISE CHARACTERISTICS OF TRANSPORT FLOW

The purpose of the article is to analyze and study the peculiarities of the formation of noise loads from the traffic flow, their proliferation in space and possible methods of protecting the surrounding area from the effects of environmental loads. The analysis of indicators of noise characteristics on the highway is carried out, the indicators of noise levels are determined taking into account the traffic intensity and conditions of the research area. Methods of protection against noise loads by noise protection screen are analyzed.

Based on the calculations, the models of noise proliferation in space depending on the distance to the source of noise generated by the traffic flow are obtained. Relevant studies and the obtained models can be used in studies of zoning of main areas according to the degree of noise load on the linear sections of the road network of the city.

Assessment of noise in inter-highway areas is an important step in the work of urban planners, related to the requirements of current regulations on noise protection. All this increases the role of assessment methods used in the analysis and selection of the most effective, in terms of noise protection, building planning project.

To assess the detailed planning at the design stage, it is sufficient to determine the position of the demarcation curve of acoustic comfort on a planned basis. In this case, the demarcation curve of acoustic comfort can be plotted not one, but several, depending on the accepted values of the allowable sound level $L_{val,eq}$ and the estimated sound level on the highway L_{eq} .

Key words: noise; noise loads from transport; noise proliferation; noise protection of the territory.

REFERENCES

1. Solukha B.V., Fuks G.B., 2003. Urban Ecology. Kyiv, KNUCA, 338 {in Ukrainian}.
2. Samoilyuk E.P., Denisenko V.I., Pilipenko A.P. 1981. Noise control in populated areas. Kyiv, Budivelnyk, 144 {in Ukrainian}.
3. Shilova T.O., 2005. Analysis of the acoustic situation in the city of Kiev. Urban Planning and Spatial Plannin: Collection of scientific and technical articles.

Kyiv, KNUCA, issue 20. 392-396 {in Ukrainian}.

4. Priymachenko O.V., 2014. Determining the Planning Measures for Noise Reduction in the Areas Surrounding Main Roads. Urban Planning and Spatial Plannin: Collection of scientific and technical articles. Kyiv, KNUCA, issue 51. 469-474 {in Ukrainian}.

5. Priymachenko O.V., 2014. Analysis of Models of Noise Propagation in Space. Urban Planning and Spatial Plannin: Collection of scientific and technical articles. Kyiv, KNUCA, issue 53. 435-439 {in Ukrainian}.

6. Zelenko Y.V., Neduzha L.O. Noise load forecasting and modeling. «Modern approaches to the creation of noise maps of railways», «Locomotive-Inform», September-October 2015, 09-10 {in Ukrainian}.

7. Popov V.I., Baltskars P.Y., Baranovsky A.E. Noise from railway transport. Mathematical Model CRN ", presented at the 47th International Scientific Conference. Riga, October 11–13, 2008, Research Papers of Riga Technical University, Transport and Engineering, Railway Transport, № 12. {in Russian}

Osipov G.L., Yudin E.Y. Noise reduction in buildings and living quarters (Moscow: Stroyizdat, 1987). {in Russian}

8. Ovsyannikov M.S. Construction of noise pollution maps by the method of iterative tracing of sources. Presented in the reports of the IV Academic Readings "Current issues of building physics", 2012 {in Ukrainian}.

9. Yaremchuk O.M., Pulashkin V.Y. Mapping of noise pollution of highways of Mykolayiv with the help of GIS-technologies (using ARCGIS software) // Automation and computer-integrated technologies. 2 (2019): 132-139, doi: 10.33815/2313-4763.2019.2.21.132-139 {in Ukrainian}.

10. Science for environmental policy. Future record: Approaches to noise reduction. April 2017. Vol.17. – 32 с. {in Ukrainian}.

11. Priymachenko O.V., 2017, Model for effectiveness evaluation of planning measures for protection of areas surrounding main roads from the influence of environmental pressures on the Kyiv main road network. Underwater Technologies, Vol. 05, 67-73 {in Ukrainian}.

12. State Construction Norm B.1.1-31:2013. Protection of Territories, Houses and Constructions from Noise. Kyiv, Minrehion Ukrainy, 75 {in Ukrainian}.

13. State Standard of Ukraine DSTU-H Б B.1.1-33:2013. Directive on Engineering and Design of Noise Protection of Residential Areas. Kyiv, Minrehion Ukrainy, 42 {in Ukrainian}.

14. Priymachenko O.V., Shilova T.A., 2017, Determination of limits for acoustical pollution from main roads at the stage of urban area zoning. Underwater Technologies, Vol. 07, 49-56. DOI: 10.26884/1707.1802 {in Ukrainian}.