

Table 3.

Advantages and disadvantages of our model compared to state-of-the-art models	
Advantages	Disadvantages
• Smaller number of parameters • Simple and fast implementation	• Lower accuracy

6. Conclusion

In this paper we experimented with different computer vision models to classify images of CIFAR-10 dataset.

Our final model achieved an accuracy of 80% while being small, simple and generalized. We compared our results with state-of-the-art and found that our solution has less parameters, simpler architecture and provides easier implementation but less accuracy as its counterparts.

In deep learning it often comes to a trade off between several performance metrics such as accuracy, level of generalization, training time, prediction time and complexity of the model.

For our project we made a decision to favor level of generalization, training time, prediction time and simplicity of the model over accuracy. With this approach we achieved reasonable but not outstanding results in accuracy while maintaining a simple model.

The solution proposed in this paper is limited to applications that do not require high confidence in prediction. In our future research we aim to improve the model, so that the above-mentioned limitation is lifted.

References:

1. Huang, Y., Cheng, Y., Chen, D., Lee, H., Ngiam, J., Le, Q. V., and Chen, Z. Gpipe: Efficient training of giant neural networks using pipeline parallelism. arXiv:1808.07233, 2018.
2. Tan, M. and Le, Q. V. EfficientNet: Rethinking Model Scaling for Convolutional Neural Networks. International Conference on Machine Learning, 2019.
3. Zhu, C., Ni R., Xu, Z., Kong K., Huang, R. and Goldstein T. GradInit: Learning to Initialize Neural Networks for Stable and Efficient Training. arXiv:2102.08098, 2021.
4. Zoph, B., Vasudevan, V., Shlens, J., and Le, Q. V. Learning transferable architectures for scalable image recognition. CVPR, 2018.
5. He K., Zhang X., Ren S. and Sun J. Deep Residual Learning for Image Recognition. arXiv:1512.03385, 2015.
6. Simonyan K. and Zisserman A. Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition. arXiv:1409.1556, 2015.

МОДЕЛЮВАННЯ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ БІЛЯ ЗАЛІЗНИЦІ

Біляєв М. М.

*доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри «Гідравліка та водопостачання»,*

Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

Біляєва В. В.

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри «Аерогідромеханіка та енергомасоперенос»,
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара*

Берлов О.В.

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри «Безпека життєдіяльності»,
Придніпровська державна академія будівництва та архітектури*

Козачина В. А.

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри «Гідравліка та водопостачання»,
Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна*

NOISE DISPERSION MODELLING NEAR RAILWAY

Biliaiev M.,

*Doctor of Technical Sciences, Professor
Head of The Department «Hydraulics and Water Supply»,
Dnipro National University of Railway Transport named after academician V. Lazaryan*

Biliaieva V.,

*PhD, Associate Professor of The Department «Fluid Dynamics, Energy and Mass Transfer»,
Oles Honchar Dnipro National University*

Berlov O.,

*PhD, Associate Professor of The Department «Workplace Safety and Health»,
Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture*

Kozachyna V.

*PhD, Associate Professor of The Department «Hydraulics and water supply»,
Dnipro National University of Railway Transport named after academician V. Lazaryan*

Abstract.

A problem of noise modelling near railway is under consideration. To simulate acoustic pressure distribution near railway equation for acoustic pressure was used. For numerical integration of governing equation two-layer finite difference explicit scheme was used. Computer code was developed on the basis of constructed numerical model. Developed numerical model takes into account position of train, noise barriers application. Results of numerical experiment are presented.

Анотація:

Розглядається задача прогнозування рівня шумового забруднення біля залізниці. Для математичного моделювання процесу формування зони шумового забруднення біля залізниці використовується рівняння акустики. Для чисельного інтегрування рівняння акустики використовується двошарова кінцево-різницєва явна схема. Розроблена чисельна модель враховує позицію потягу, присутність шумозахисних екранів. На базі розробленої чисельної моделі розроблено комп'ютерний код. Наведено результати обчислювального експерименту.

Keywords: noise pollution, train, railway, acoustic equation, numerical simulation.

Ключові слова: шумове забруднення, потяг, залізниця, рівняння акустики, чисельне моделювання

Постановка проблеми.

Шум від залізничного транспорту є актуальною проблемою з точки зору здоров'я людей [6]. Джерелом шуму від залізниці є рух локомотивів, вагонів тощо. Нерідко залізниця проходить у селітебних зонах, біля робочих зон на території підприємств. У

зв'язку з цим значна увага в світі приділяється розробці методів зменшення рівня шумового забруднення біля залізниць [1, 3, 5]. Для рішення цієї проблеми використовують різні підходи, але найбільш часто використовуються захисні екрани (рис. 1) та захисні полоси з рослинністю.



Рис.1. Захисний екран біля залізниці [3]

Дана проблема є комплексною, в рамках якої можна виділити дві важливі задачі. Перша – це прогнозування рівня шумового забруднення біля залізниць. Друга – прогнозування ефективності використання того або іншого захисного засобу. Слід підкреслити, що використання експериментальних методів дослідження для аналізу інтенсивності шумового забруднення потребує використання сучасного обладнання та значного часу на підготовку, проведення експерименту та обробку результатів вимірювань [3,5]. Крім цього, є ситуації, коли провести фізичний експеримент неможливо. Тому для практики, особливо при проектуванні систем захисту від шумового забруднення, дуже важливо мати спеціалізовані методи розрахунку. Зараз дуже часто використовуються прогнозні моделі для оцінювання рівня шуму, що базуються на емпіричних формулах [7, 8], отриманих для конкретних умов, і ці моделі не враховують деяких важливих факторів. В таких емпіричних моделях використовуються додаткові елементи, що враховують вплив рельєфу місцевості на рівень шумового забруднення. Слід відзначити, що емпіричні моделі визначають рівень шуму лише в деякій точці, що розташована на певний відстані

від джерела (наприклад, на відстані 25м від джерела). Тому неможливо емпіричних моделей є неможливість визначення рівня шуму в інших точках та неможливість отримання поля акустичного тиску біля залізниці. Крім цього, захисні екрани, рельєф місцевості впливають на формування поля акустичного тиску внаслідок інтерференції звукових хвиль. Цей ефект емпіричні моделі не враховують. Для комплексного аналізу рівня шумового забруднення біля залізниці з метою отримання поля акустичного тиску слід використовувати рівняння Ейлера, Нав'є-Стокса, акустики [2, 9, 10]. Нажаль, в Україні відсутні методи прямого математичного моделювання шумового забруднення біля залізниці, що базуються на використанні фундаментальних моделей механіки суцільного середовища.

Математична модель.

Для аналізу шумового забруднення біля залізниці та для отримання поля акустичного тиску в даній роботі побудована математична модель. Модель базується на чисельному інтегруванні хвильового рівняння для акустичного тиску.

Для визначення поля акустичного тиску в розрахунковій області будемо використовувати наступне рівняння акустики [4]:

$$\frac{\partial^2 P}{\partial t^2} = a^2 \left(\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} \right), \quad (1)$$

де a – швидкість звуку; P – тиск; x, y – декартові координати; t – час.

$$\frac{P_{i,j}^{n+1} - 2P_{i,j}^n + P_{i,j}^{n-1}}{\Delta t^2} = a^2 \frac{P_{i+1,j}^n - 2P_{i,j}^n + P_{i-1,j}^n}{\Delta x^2} + a^2 \frac{P_{i,j+1}^n - 2P_{i,j}^n + P_{i,j-1}^n}{\Delta y^2}. \quad (2)$$

Ця різницєва схема є явною, для її використання потрібно на початку розрахунку задати акустичний тиск для двох моментів часу: t^{n-1} , t^n . Невідоме значення акустичного тиску на кожному часовому кроці t^{n+1} визначається так:

$$P_{i,j}^{n+1} = 2P_{i,j}^n + P_{i,j}^{n-1} + a^2 \frac{P_{i+1,j}^n - 2P_{i,j}^n + P_{i-1,j}^n}{\Delta x^2} \Delta t^2 + a^2 \frac{P_{i,j+1}^n - 2P_{i,j}^n + P_{i,j-1}^n}{\Delta y^2} \Delta t^2.$$

Дана залежність використовується для розрахунку акустичного тиску у внутрішніх різницєвих комірках.

Для формування вигляду розрахункової області в дискретній моделі використовуються маркери. За допомогою маркерів в розробленій чисельній моделі формується положення джерела шуму: «виділяється» зона, де знаходиться локомотив та таке інше. В цій зоні у вигляді набору точок задається акустичний тиск P від джерела шуму (наприклад, за даними експериментальних вимірів). Тобто, при проведенні обчислювального експерименту на базі розробленої чисельної моделі для «відтворення» джерела шуму використовується внутрішня гранична умова у вигляді Діріхле.

На базі розробленої чисельної моделі створено код АК-2D, мова програмування – FORTRAN. До складу коду входять:

- АК0.DAT – файл початкових даних;
- АК1 – підпрограма типу «SUBROUTINE» для розрахунку поля акустичного тиску для різних моментів часу;
- АК2 – підпрограма типу «FUNCTION» для визначення значення акустичного тиску в точці розташування реципієнту;
- АК3 – підпрограма типу «SUBROUTINE» для реалізації граничних умов;
- WAK2 – підпрограма типу «SUBROUTINE» для друку розрахованого поля акустичного тиску в області дослідження.

Для рівняння акустики ставляться такі крайові умови: $P=0$ – на початку розрахунку; $P=0$ – на правій та лівій границях розрахункової області; $\partial P / \partial n = 0$ – на твердих та верхній границях (n – одинична зовнішня нормаль до границі).

В рамках поставленої крайової задачі неможливо отримати аналітичний розв'язок рівняння акустики (1). Тому для рішення задачі використовується кінцево-різницєва двошарова схема [4]:

Алгоритм рішення задачі по визначенню поля акустичного тиску біля залізниці такий:

1. В файл початкових даних вводиться інформація щодо форми розрахункової області, положення шумозахисних бар'єрів та таке інше.
2. Здійснюється чисельне рішення рівняння акустики та визначається поле акустичного тиску для моменту часу t^{n+1} .
3. Визначається значення акустичного тиску в точці розташування реципієнту.
4. Здійснюється друк поля акустичного тиску в розрахунковій області для моменту часу t^{n+1} .
5. Розрахунок повторюється для визначення поля акустичного тиску для нового моменту часу.

Для проведення обчислювального експерименту потрібно задати такі дані:

1. Форма розрахункової області.
2. Форма шумозахисного бар'єру.
3. Положення шумозахисного бар'єру.
4. Акустичний тиск від джерела забруднення.
5. Положення реципієнта.

Нижче представлено результати рішення задачі по визначенню поля акустичного тиску біля залізниці, де розташовані шумозахисні екрани.

Результати моделювання.

Нижче представлено результати рішення модельної задачі, що отримані на базі побудованої чисельної моделі. Розглядається ділянка залізниці, де розташовані два локомотиви. Біля колії розташовані шумозахисні екрани. Схема розрахункової області показана на рис. 2.

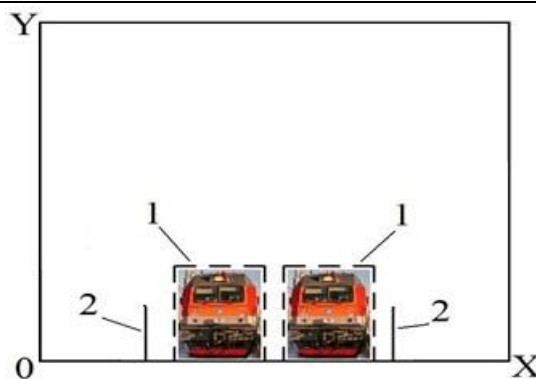


Рис. 2. Схема розрахункової області: 1 – внутрішня межа для джерела шуму; 2 – шумозахисний бар'єр

Як вказувалося вище, для формування розрахункової області використовуються маркери (метод «porosity technique»). На рис.3 показано, як за допомогою маркерів це робиться, а саме: на прямокутній сітці «виокремлюються» та кодуються різниці комірки, що «відповідають» за тверді стінки екранів або інші межі розрахункової області. Такий

підхід дозволяє на практиці дуже швидко формувати вигляд розрахункової області: форму екранів, форму рельєфу, положення шумозахисних екранів відносно залізниці. За допомогою методу маркування зменшується час на підготовку даних для проведення обчислювального експерименту.

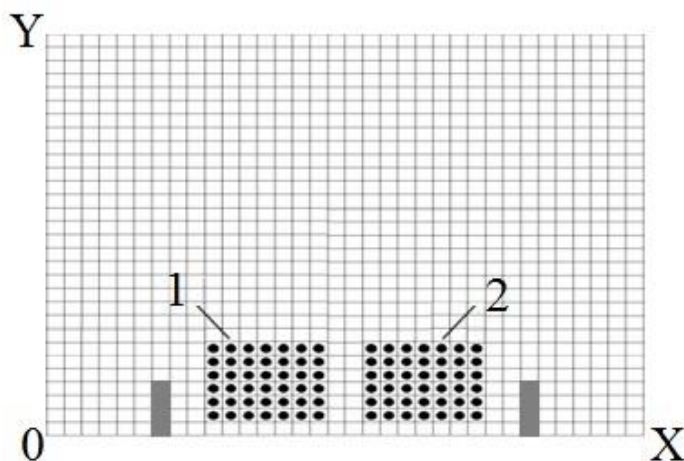


Рис. 3. Схема маркування розрахункової області:

1 – корпус локомотива; 2 – корпус локомотива (джерело шумового забруднення)

При проведенні обчислювального експерименту приймалося, що швидкість звуку – 340 м/с, висота шумозахисного бар'єру 5 м (перший варіант) та 2 м (другий варіант).

Нижче на рисунках показано поле акустичного тиску для моменту часу $t=0.005$ с. Відзначимо, що там, де знаходяться локомотиви, рівень шуму дорівнює 100%.

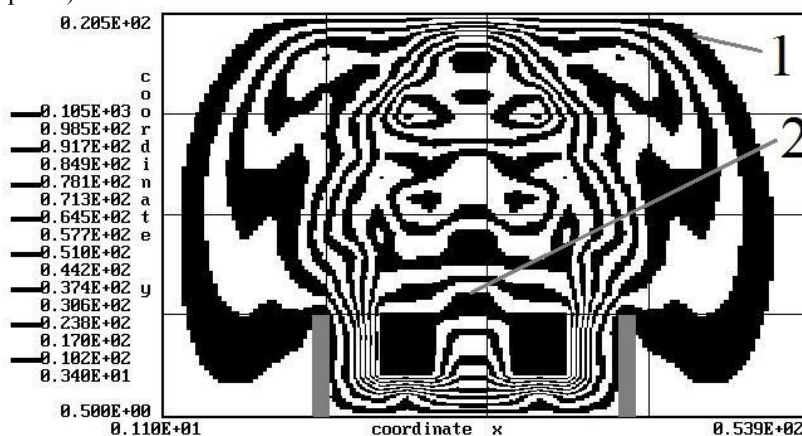


Рис. 4. Поле акустичного тиску (шумозахисний екран висотою 5 м):
1 – $P=10\%$; 2 – $P=90\%$

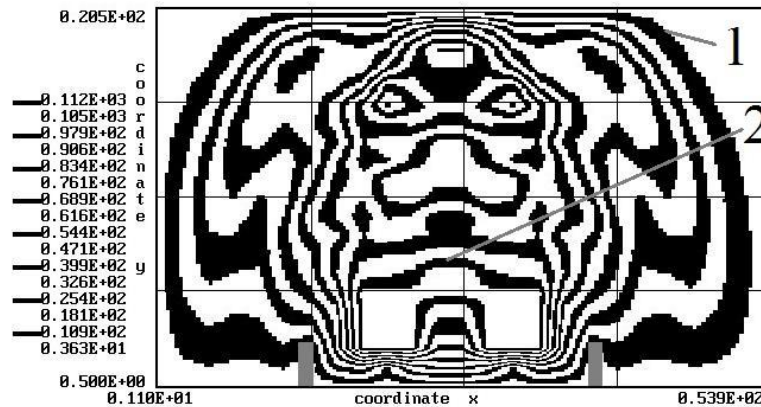


Рис. 5. Поле акустичного тиску (шумозахисний екран висотою 2 м):
1 – $P=10\%$; 2 – $P=90\%$

Як можна бачити з наведених рисунків, внаслідок інтерференції звукових хвиль в розрахунковій області формується складна картина розподілу акустичного тиску. Також легко бачити, як позиція шумозахисних екранів впливає на деформацію поля акустичного тиску.

Відзначимо, що час розрахунку на базі розробленої чисельної моделі складає 3с.

Висновки.

1. Розроблено чисельну модель для оцінювання рівня шумового забруднення біля залізниці.

2. Розроблена модель дає можливість оцінювати рівень шумового забруднення з урахуванням розташування захисних екранів.

Подальший розвиток даного напрямку потрібно спрямувати на створення тривимірної чисельної моделі.

Список літератури:

1. Заєць В.П. Зменшення шуму залізничного транспорту за допомогою шумозахисних екранів / В. П. Заєць // Системи обробки інформації. – 2015. – Вип. 10. – С. 279-283.
2. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа. – Москва: Наука, 1978. – 735 с.
3. Рижко В.Я. Богданов О.В. Боротьба з шумовим забрудненням на залізниці / В.Я. Рижко, О.В. Богданов // ElectronAcoustEng – 2019. – vol. 2, №. 3. – P.66-69.

4. Самарский А. А. Гулин А.В. Численные методы – М.: Наука, 1989 – 429с.

5. Трохименко М.П., Заєць В.П. Вплив параметрів шумозахисного екрану на його ефективність / М.П. Трохименко, В.П. Заєць // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. – 2010. – №36. – P. 71-76.

6. Чернюк Л.Г., Пела Т.В., Чеховська М.М. Транспорт і охорона навколишнього середовища в регіонах України – К.: Науковий світ, 2004. – 190 с.

7. State Enterprise «SRIBC» DSTU-N B V.1.1-33: 2013 Instruction on calculation and design of inhabited territories protection from the noise (Kyiv: Minrehion) p 46

8. Hans J.A. Van Leeuwen. Railway Noise Prediction Models – a Comparison. Journal of Sound and Vibration, March 2000, P.11.

9. Shao –Yi Hsia, Yu –Tuan Chou. Traffic Noise Propagating from Vibration of Railway Wagon. Mathematical Problems in Engineering, Volume 2013, Article ID 651797, P.8.

10. Wei-te Lu, Yan Wang, Chun –qin Zhang. Numerical simulation of aerodynamic noise in the far field of the high speed train with considering bogies and connection wieldscreens. JVE International Ltd Journal of Vibroengineering, May 2017, Vol.19, Issue 3. P.2262 – 2279.