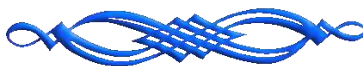


нюанси та розвиток музичної думки. Твір вимагає уважної гри задля прозорості текстури твору. Для бандури певну складність буде створювати перехід мелодичних ліній з верхнього голосу тріольних пасажів у нижній, адже основне технічне навантаження припадає на партію правої руки. Особливої уваги заслуговують останні такти твору, де обидва голоси зливаються в гармонійному завершенні. Виконавець повинен підкреслити цю кульмінацію, зберігаючи баланс між голосами та дотримуючись авторських вказівок щодо динаміки та артикуляції. Цей твір є чудовим прикладом романтичної фортепіанної мініатюри, що поєднує технічну витонченість із глибоким емоційним змістом. Його інтерпретація вимагає від виконавця не лише технічної майстерності, але й тонкого музичного чуття.

Таким чином, у бандурному репертуарі твори Ф. Мендельсона можуть ставати основою для освоєння романтичної стилістики та авторського стилю самого композитора, сприятимуть опануванню особливостей голосоведення, фразування, динамічної контрастності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Москаленко В. Лекції з музичної інтерпретації. Навчальний посібник. Київ: НМАУ ім. П. Чайковського, 2013. 134 с.
2. Кашкадамова Н. Мистецтво виконання музики на клавішно-струнних інструментах: Навч. Посібник. Тернопіль : СМП «Астон», 1998. 300 с.
3. Мендельсон Ф. Пісня без слів. Виконує Діана Буйновська. URL: <https://surl.li/ubqstm>.
4. Мендельсон Ф. Пісня без слів. Виконує Богдан Шутка. URL: <https://surli.cc/mzrkvv> (дата звернення 25 травня 2025 р.).



Юрій СМАЛИУС,
*аспірант Національної академії
керівних кадрів культури і мистецтв
Київ, Україна
dmz2123.ysmalius@dakkkim.edu.ua*

Yurii SMALIUS,
*Postgraduate Student at the National Academy
of Culture and Arts Management
Kyiv, Ukraine
dmz2123.ysmalius@dakkkim.edu.ua*

ТЕХНОЛОГІЇ ШІ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ АУДІАЛЬНОЇ СПАДЩИНИ УКРАЇНИ ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES FOR THE PRESERVATION OF UKRAINE'S AUDITORY HERITAGE

Збереження аудіальної культурної спадщини – нагальна проблема, що поєднує технічні та гуманітарні аспекти. Історичні аудіозаписи (народні пісні, архівні записи теле- та радіо мовлення, музичні записи) часто існують на застарілих носіях або у деградованому стані, з шумами, спотвореннями та втратами фрагментів. Також за часи цифрових технологій було зроблено чимало цифрових копій подібних записів, які усе ще не відреставровані. Традиційні методи

реставрації потребують значних зусиль фахівців і не завжди можуть повністю відновити звучання. Сучасні технології штучного інтелекту (ШІ) відкривають нові можливості для автоматизації та підвищення якості аудіореставрації. Зокрема, генеративні моделі та методи розділення джерел звуку (source separation, або “unmixing”) дозволяють отримати сигнали окремих інструментів чи голосів із міксу та синтезувати втрачені фрагменти звуку. Актуальність теми зумовлена стрімким розвитком ШІ у 2023–2025 рр., що вже продемонстрував здатність перевершувати традиційні підходи обробки сигналів у розв’язанні складних завдань аудіовідновлення [6]. Водночас впровадження ШІ у практику архівів і музеїв здатне здійснити трансформаційний вплив на процеси цифрового збереження спадщини [2].

Наукові публікації останніх років свідчать про бурхливий розвиток методів глибокого навчання, здатних очищувати і відновлювати аудіозаписи з якістю, недосяжною раніше. Ключова перевага підходів алгоритмів глибокого навчання полягає у тому, що їх навчають на великих масивах даних, що зумовлює можливість автоматично виявляти складні закономірності шумів та сигналу. Звичайні алгоритми шумозаглушення (наприклад, спектральні фільтри) потребують ручного налаштування під кожен запис, тоді як нейронні мережі здатні адаптивно підлаштовуватися. Дослідники відзначають, що сучасні моделі на основі глибоких нейронних мереж перевершують класичні методи у придушенні шуму та реверберації, зберігаючи розбірливість мови та музики [6].

Прикладом є робота Ногалеса та співавторів (2023), які розробили модель глибокого автокодера для відновлення мовних сигналів за умов низької якості зв’язку [1]. Цей підхід працює безпосередньо з формою хвилі (waveform) замість спектрограм, що дає змогу застосовувати його в реальному часі. Модель успішно відфільтровує фоновий шум та заповнює втрати сигналу, досягаючи розбіжності менш ніж 2% між оригінальним та відновленим аудіо. Суб’єктивне тестування на групі зі 113 слухачів підтвердило суттєве покращення якості звуку після автоматичної реставрації порівняно з пошкодженим записом [1]. Отже, навіть у складних випадках (шум, обриви зв’язку) глибинне навчання здатне повернути запису зрозумілість і цілісність.

Інший напрям – відновлення втрачених фрагментів аудіо, або аудіо інпейнтинг (audio inpainting). Якщо частина запису необоротно пошкоджена (наприклад, відсутні кілька десятків мілісекунд звуку через дефект носія чи переривання передачі сигналу при записі), традиційні методи безсилі і втрачений контент неможливо отримати шляхом простого фільтрування. Тут на допомогу приходять генеративні моделі. У 2024 р. у Journal of the Audio Engineering Society вийшла робота Молінера та Вялімякі, де представлено метод відновлення відсутніх фрагментів звуку за допомогою дифузійної моделі глибинного навчання [4]. Модель тренували на великому обсязі аудіосигналів без конкретного “очікуваного” пропуску (unconditional training), але під час відновлення вона може умовно генерувати відсутній шматок потрібної довжини (спосіб такого відновлення має назву *zero-shot*). Запропонований алгоритм продемонстрував здатність реалістично реконструювати прогалини тривалістю до 300 мс, що раніше виходило за межі можливостей інших методів [4]. За об’єктивними метриками та результатами прослуховувань якість заповнення коротких пауз (~50 мс) була на рівні найкращих існуючих підходів, а для довших пауз (100–300 мс) нова дифузійна модель суттєво

перевершила конкурентів [4]. Важливо, що ця технологія придатна до реставрації історичних записів із серйозними локальними пошкодженнями чи провалами у звучанні, наприклад, для фонограм на пошкоджених носіях, де бракує фрагментів звуку.

Подібні ідеї реалізовано і в інших архітектурах. Зокрема, Бокун з колегами (2024) запропонували варіаційний автокодер (VAE) для одночасного шумозаглушення та заповнення пропусків у режимі blind zero-shot, тобто без потреби в окремих тренувальних даних “до/після” для кожного запису [3]. Модель тренується прямо на пошкодженому сигналі, використовуючи ймовірнісні методи оптимізації, і вчиться розуміти статистичні особливості корисного сигналу, прихованого в шумі. Це перспективний шлях, адже в реальних архівах часто немає “чистих” еталонів для старих аудіо, і можливість тренування моделі безпосередньо на «шумному» записі – величезна перевага. Результати показали конкурентоспроможність такого підходу порівняно з іншими zero-shot методами, що підтверджує потенціал поєднання глибинних нейромереж із потужними ймовірнісними алгоритмами для розв’язання особливо складних завдань аудіореставрації.

Інший напрям спектрального відновлення – спектральне заповнення пробілів у випадках, коли деякі частоти в записі повністю провалені (наприклад, вузька смуга пропускання старого радіосигналу). Генеративні моделі, особливо варіаційні автокодери та GAN, застосовуються для “домальовування” відсутніх гармонік. Такі методи можна розглядати як частковий випадок аудіо-інпейнтингу, тільки в спектральній області. Сучасні дослідження демонструють, що комбінуючи інформацію сусідніх частот та часових ділянок, нейромережа здатна достовірно відтворити відсутні компоненти сигналу. Це, зокрема, корисно для реставрації музичних записів, де через обмеження апаратури початку XX ст. відсутні найвищі гармоніки інструментів, де III може їх згенерувати, навчившись на багатьох інших прикладах звучання аналогічних інструментів [5].

Окрім безпосереднього відновлення звучання, штучний інтелект знаходить застосування в аналітиці аудіоданих, що полегшує роботу архівістів і реставраторів. Йдеться про автоматичне розпізнавання та класифікацію дефектів, оцінку якості записів, вибір оптимальних параметрів відтворення тощо. Наприклад, у великому архіві аналогових магнітних стрічок кожний примірник може мати свої особливості, що включатиме відхилення швидкості, нестандартну еквалізацію при записі, механічні пошкодження тощо. Перевірка усіх цих нюансів вручну є не виправдано ресурсозатратною, але машинне навчання здатне прийти на допомогу у оптимізації цих процесів.

ЛІТЕРАТУРА

1. A deep learning framework for audio restoration using Convolutional/Deconvolutional Deep Autoencoders // ResearchGate URL: https://www.researchgate.net/publication/328972844_A_deep_learning_framework_for_audio_restoration_using_ConvolutionalDeconvolutional_Deep_Autoencoders (дата звернення: 18.05.2025).
2. Artificial Intelligence’s Role in Digitally Preserving Historic Archives // Forbes URL: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2021/08/30/artificial-intelligences-role-in-digitally-preserving-historic-archives/> (дата звернення: 18.05.2025).

3. Boukun, V., Drefs, J., & Lücke, J. (2024). Blind Zero-Shot Audio Restoration: A Variational Autoencoder Approach for Denoising and Inpainting. In Proceedings of Interspeech 2024 (pp. 4823–4827). DOI: 10.21437/Interspeech.2024-314.
4. Diffusion-Based Audio Inpainting // arXiv preprint arXiv:2305.15266 2023. URL: <https://arxiv.org/abs/2305.15266> (дата звернення: 18.05.2025).
5. Marafioti, A., Majdak, P., Holighaus, N., & Perraudin, N. (2021). GACELA: A Generative Adversarial Context Encoder for Long Audio Inpainting of Music. IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing, 15(1), 120–131. DOI: 10.1109/JSTSP.2020.3037506.
6. Recent Advances in Audio Source Separation | Frontiers Research Topic // Frontiers in Signal Processing URL: <https://www.frontiersin.org/research-topics/39302/recent-advances-in-audio-source-separation> (дата звернення: 18.05.2025). (1)



Олена СТОКОЛОСА,
здобувачка першого(бакалаврського) рівня
вищої освіти спеціальності 024 Хореографія
факультету мистецтв,
ТНПУ імені В. Гнатюка
Науковий керівник – **Наталія ЛУПАК,**
професор кафедри педагогіки і методики початкової
та дошкільної освіти ТНПУ імені В. Гнатюка,
доктор педагогічних наук, професор
Тернопіль, Україна
luckinesslyudmyla@tnpu.edu.ua

Olena STOKOŁOSA,
*Undergraduate Student of the First (Bachelor's) Level
of Higher Education, Specialty 024 Choreography,
Faculty of Arts, Ternopil Volodymyr Hnatiuk
National Pedagogical University
Scientific supervisor – **Nataliya LUPAK,**
Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of the Department of
Pedagogy and Methods of Primary and Preschool Education
Ternopil Volodymyr Hnatiuk
National Pedagogical University
Ternopil, Ukraine
luckinesslyudmyla@tnpu.edu.ua*

ВПЛИВ ІМПРОВІЗАЦІЇ НА КРЕАТИВНІСТЬ ТА ІНДИВІДУАЛЬНИЙ СТИЛЬ ТАНЦІВНИКА

THE INFLUENCE OF IMPROVIZATION ON THE CREATIVITY AND INDIVIDUAL STYLE OF A DANCER

Імпровізація як форма вільного танцювального висловлювання посідає особливе місце в сучасній хореографічній практиці. У різних стилях і традиціях –