

Тянь Лін  
Олена Володимирівна Спольська  
Людмила Василівна Костенко

## Використання віртуальної реальності у створенні інтерактивних музичних перформансів

УДК 78.036:004.946:781.6  
DOI <https://doi.org/10.24195/artstudies.2025-2.24>

Тянь Лін  
доктор філософії у галузі музичного мистецтва,  
викладач факультету дошкільної освіти  
Гуандунського університету Байюнь  
(Гуанчжоу, Китай)  
ORCID: 0009-0009-3661-4569

Олена Володимирівна Спольська  
доктор філософії у галузі музичного мистецтва,  
доцент кафедри театрального мистецтва,  
провідний фахівець ректорату  
Тернопільського національного педагогічного університету  
імені Володимира Гнатюка  
ORCID: 0000-0002-2397-2035

Людмила Василівна Костенко  
кандидат педагогічних наук,  
професор кафедри вокально-хорової майстерності  
Ніжинського державного університету  
імені Миколи Гоголя  
ORCID: 0000-0002-9846-2259

*У статті досліджено технологічні підходи до використання віртуальної реальності (далі – VR) в музичних перформансах та їхній вплив на аудіовізуальне мистецтво. Установлено, що VR змінює взаємодію виконавців і аудиторії, забезпечуючи ефект присутності, персоналізацію та інтерактивний контроль музичних параметрів. Виявлено основні методи взаємодії слухачів із VR-контентом, зокрема, використання жестових контролерів, біометричних сенсорів та алгоритмів штучного інтелекту. Оцінено вплив VR-просторів на емоційне сприйняття аудиторії, зокрема, роль просторового аудіо, візуально-музичної синхронізації та біометричної адаптації в підвищенні залученості слухачів. Метою дослідження є аналіз VR-рішень для інтерактивних музичних перформансів, виявлення проблем їхньої інтеграції в концертну та студійну практику, а також розробка рекомендацій щодо вдосконалення VR-технологій у музичній сфері. Методологія ґрунтується на аналізі наукових джерел і практичних VR-кейсів, порівняльному аналізі технологічних рішень для інтерактивних перформансів, а також вивченні технічних обмежень VR-інструментів у концертній та студійній діяльності. Визначено основні проблеми та виклики впровадження VR у музичну сферу. Виявлено, що основними бар'єрами є затримка звуку, обмежена сумісність VR-інструментів із традиційними музичними системами, відсутність загальноприйнятих стандартів для міксування та запису VR-композицій, а також високі вимоги до обчислювальних ресурсів. Запропоновано рекомендації щодо вдосконалення VR-рішень для інтерактивних музичних перформансів. Розроблено підходи до зменшення затримки звуку за допомогою оптимізованих алгоритмів просторового аудіо та штучного інтелекту. Обґрунтовано необхідність створення стандартизованих протоколів передачі аудіосигналів для забезпечення сумісності VR-інструментів із традиційними студійними комплексами. Перспективи подальших досліджень полягають у розробці нових моделей персоналізації VR-концертів на основі біометричних сенсорів та нейроінтерфейсів, удосконаленні методів автоматизованого створення музики, а також зниженні вартості VR-технологій для їхнього ширшого застосування в музичній індустрії.*

**Ключові слова:** музичний перформанс, просторове аудіо, біометрична адаптація, візуально-музична синхронізація, тактильний зворотний зв'язок, алгоритми штучного інтелекту.

**Постановка проблеми.** Використання VR у створенні інтерактивних музичних перформансів розширює межі музичного мистецтва, інтегруючи цифрові технології для формування нових форматів взаємодії між виконавцями та аудиторією. VR дає можливість не лише змінювати традиційний підхід до композиції та виконання, а й створювати адаптивні звукові середовища, де слухачі можуть впливати на музичний процес. Водночас недостатня методологічна база, відсутність стандартів інтерактивності та висока вартість обладнання обмежують широке впровадження VR у музичну практику. Дослідження технологічних і художніх аспектів VR у музичній сфері є важливим науковим завданням, що передбачає розробку алгоритмів адаптивного звукового супроводу, аналіз акустичних особливостей віртуальних просторів та оптимізацію методів взаємодії користувачів із цифровими музичними середовищами. Практична значущість дослідження полягає у вдосконаленні концертної діяльності, розширенні можливостей музичної освіти та популяризації нових форматів

креативних перформансів, що сприятиме подальшій інтеграції VR у мистецьку практику.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз досліджень, присвячених використанню віртуальної реальності у створенні інтерактивних музичних перформансів, охоплює чотири основні напрями: технологічні інновації, вплив VR на аудиторію, застосування в реабілітації та освіті, а також використання змішаних реальностей.

Перший блок наукових праць сфокусовано на технологічних аспектах VR-музики. Учені Й. Пак (J. Park), Й. Чой (Y. Choi), К. М. Лі (K. M. Lee) визначили основні напрями розвитку VR-концертів, акцентуючи на графічній та звуковій реалістичності (Park, Choi & Lee, 2024). Т. Кіріаку зі співавторами (Т. Kyriakou), М. Альварес де ла Кампа Креспо (M. Álvarez de la Campa Crespo), А. Панаїоту (A. Panayiotou), Й. Христану (Y. Chrysanthou), П. Хараламбус (P. Charalambous), А. Арістиду (A. Aristidou) проаналізували віртуальні інструментальні виступи, зокрема роль штучного інтелекту у вдосконаленні музичного виконання (Kyriakou

et al., 2024). Л. Турше (L. Turchet), Р. Гамільтон (R. Hamilton), А. Чамчі (A. Çamcı) розглянули взаємодію цифрових і фізичних інструментів у VR (Turchet, Hamilton & Çamcı, 2021), а К. Бейкер (C. Baker) дослідив потенціал віртуальної, доповненої та змішаної реальності в сценічному мистецтві (Baker, 2017).

У другому блоці наукових розвідок проаналізовано вплив VR-концертів на аудиторію. К. Е. Ондердік (K. E. Onderdijk), Л. Боукаерт (L. Bouckaert), Е. Ван Дейк (E. Van Dycck) установили, що VR створює новий рівень емоційного зв'язку між слухачем і виконавцем (Onderdijk, Bouckaert, Van Dycck, 2023). Г. В. Янг (G. W. Young), Н. О'Дваєр (N. O'Dwyer), М. Ф. Варгас (M. F. Vargas), Р. Мак-Доннелл (R. Mc Donnell), А. Смолич (A. Smolic) виявили, що аудіотактильний зворотний зв'язок підсилює сприйняття звукового простору (Young et al., 2023). С. Папалі (S. Ppali), В. Лаліоті (V. Lalioti), Б. Бранч (B. Branch), К. С. Анг (C. S. Ang), А. Дж. Томас (A. J. Thomas), Б. С. Вол (B. S. Wohl), А. Ковачі (A. Covaci) дослідили, як VR сприяє творчості музикантів (Ppali et al., 2022), а І. де Вільєрс Босман (I. de Villiers Bosman), О. Бурук (O. Buruk), К. Йоргенсен (K. Jørgensen), Й. Хамарі (J. Hamari) підтвердили значну роль аудіопараметрів у зануренні слухача у VR-середовище (Bosman et al., 2024).

Третій блок досліджень стосується застосування VR в терапії та освіті. П. П. А. Туомінен (P. P. A. Tuominen), Л. А. Саарні (L. A. Saarni) довели ефективність VR у музичній реабілітації (Tuominen & Saarni, 2024). К. Дан (K. Dang), Г. Берк (G. Burke), Х. Корреші (H. Korreshi), С. Лі (S. Lee) розробили концепцію омнінаправлених аудіоописів для забезпечення доступності VR-музики (Dang et al., 2024), а В. Чан (W. Chang), Х.-Д. Шін (H.-D. Shin) дослідили використання голографічних музичних виступів (Chang & Shin, 2019).

Четвертий блок наукових робіт присвячено змішаним реальностям. Р. Шлаговські (R. Schlagowski), Д. Назаренко (D. Nazarenko), Й. Кан (Y. Can), К. Гупта (K. Gupta), С. Мерте (S. Mertes), М. Біллінгерст (M. Billinghamurst), Е. Андре (E. André) встановили, що віддалена музична співпраця з VR знижує рівень стресу та покращує комунікацію (Schlagowski et al., 2023). Р. Гамільтон (R. Hamilton), Дж. П. Касерес (J. P. Caseres), К. Нану (C. Nanou) розглянули мультимодальні VR-середовища в музиці (Hamilton, Caseres & Nanou, 2011), а О. І. Губернатор проаналізувала імерсивні культурні практики та їхній вплив на музичні формати (Губернатор, 2022).

Загалом, VR розширює можливості музичних перформансів, посилюючи ефект занурення, розвиваючи нові формати взаємодії з аудиторією та забезпечуючи доступність музичних подій.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Попри активний розвиток

VR у музичних перформансах, залишаються нерозв'язаними питання щодо довготривалого впливу інтерактивних VR-середовищ на сприйняття аудіовізуального мистецтва, когнітивну обробку музики та емоційне залучення слухачів. Відсутність стандартизованих методів оцінки цих ефектів ускладнює персоналізацію VR-досвіду. Технічні обмеження, такі як затримка звуку, низька точність передачі жестів та недостатня інтеграція VR-інструментів із традиційними студійними технологіями, продовжують стримувати широке використання VR у концертній та студійній практиці. Обмеженість уніфікованих підходів до запису, міксування та адаптації VR-композицій створює фрагментарність технологічних рішень, що перешкоджає ефективному впровадженню цих технологій у професійне музичне середовище.

Персоналізація VR-перформансів ускладнюється через недосконалість алгоритмів біометричної адаптації, що обмежує можливість динамічного налаштування музичного середовища відповідно до емоційного стану слухачів. Це обмежує застосування VR не лише в концертній сфері, а й у терапевтичних і освітніх музичних програмах. Дослідження сприятиме розв'язанню цих питань шляхом аналізу технологічних підходів до VR, оцінювання його впливу на слухачів та розроблення рекомендацій для усунення технічних бар'єрів. Очікувані результати допоможуть розширити можливості інтерактивної музики у VR, покращити користувацький досвід та сприяти інтеграції VR у сучасну музичну індустрію.

**Метою статті** є дослідження можливостей використання технологій віртуальної реальності у створенні інтерактивних музичних перформансів, визначення їхнього впливу на взаємодію між виконавцями та аудиторією, а також аналіз технологічних і методологічних аспектів інтеграції VR у музичну практику.

Для досягнення мети сформульовано такі завдання:

1. Проаналізувати технологічні підходи й методи інтерактивної взаємодії у VR-музичних перформансах та їхній вплив на аудіовізуальне мистецтво й сприйняття аудиторії.

2. Визначити основні проблеми інтеграції VR у концертну та студійну практику, враховуючи технічні обмеження та сумісність із традиційними музичними технологіями.

3. Розробити рекомендації для вдосконалення VR-рішень у музичних перформансах, зосереджені на технологічній оптимізації та персоналізації користувацького досвіду.

**Методологія дослідження** ґрунтується на комплексному підході, що охоплює аналіз наукових джерел, огляд практичних VR-кейсів та порівняльний аналіз технологічних рішень для інтерактивних музичних перформансів. Застосовано

структурно-функціональний аналіз для оцінювання впливу VR-технологій на музичну взаємодію та їх інтеграції в концертну й студійну практику. Методи систематизації та узагальнення застосовано для визначення основних викликів і бар'єрів у впровадженні VR, зокрема проблеми аудіозатримки, сумісності VR-інструментів із традиційними музичними системами та відсутності стандартів для міксування VR-композицій. Запропоновані рекомендації ґрунтуються на аналізі сучасних підходів до вдосконалення просторового аудіо, інтерактивної взаємодії користувачів та персоналізації VR-контенту.

**Результати та їх обговорення.** Використання технологій віртуальної реальності в музичних перформансах сприяє трансформації аудіовізуального мистецтва, змінюючи традиційні способи сприйняття та взаємодії з музичним контентом. Сучасні VR-системи дають можливість створювати інтерактивні звукові середовища, де слухачі можуть впливати на композицію, змінювати параметри звуку та просторове розташування елементів у реальному часі. Важливими технологічними аспектами є розробка інтерфейсів керування, інтеграція алгоритмів обробки звуку та застосування штучного інтелекту для адаптації музичного контенту під дії користувачів. Завдяки цьому музичні перформанси набувають нових форм, у яких глядачі перетворюються з пасивних слухачів на активних учасників творчого процесу (табл. 1).

Застосування віртуальних концертних просторів відкриває можливості не лише моделювати реальні сцени, а й створювати абсолютно нові акустичні середовища, що адаптуються до присутності слухачів. Інтерактивні музичні інструменти у VR знімають фізичні обмеження створення та виконання музики традиційними інструментами, стимулюючи виконавців змінювати звукові параметри через рухи або тактильну взаємодію. Аудіовізуальні симуляції створюють синхронізовані виступи, що поєднують звук і візуальний складник у єдиному цифровому просторі. Алгоритмічна генерація композицій за

допомогою штучного інтелекту сприяє адаптації музики до поведінки слухачів, змінюючи темп, стиль або структуру композиції в режимі реального часу.

Прикладом успішної реалізації віртуального концертного простору є проєкт Жан-Мішель Жарр (Jean-Michel Jarre's) «Welcome to the Other Side» (Jean-Michel Jarre, 2025), у якому музикант створив VR-концерт у віртуальній реконструкції собору Нотр-Дам. Аудіовізуальні ефекти та інтерактивні елементи дали можливість глядачам пережити унікальний досвід, який виходить за межі традиційних форматів виступів. Ще один приклад – платформа WaveXR (WaveXR, 2025), що пропонує артистам створення повністю інтерактивних VR-виступів, де слухачі можуть змінювати середовище, впливати на візуалізацію та навіть брати участь у формуванні музичного контенту в реальному часі. Ці приклади демонструють, як VR змінює концертну діяльність та відкриває перспективи для розвитку аудіовізуального мистецтва.

Використання технологій VR у вокально-хоровому мистецтві сприяє інноваціям у навчанні та виконанні, розширюючи можливості для взаємодії між виконавцями та аудиторією. Застосування VR дозволяє створювати віртуальні хорові простори, де співаки можуть співати разом, незалежно від їхнього фізичного розташування, забезпечуючи ефект присутності та синхронізації. Прикладом є проєкт Virtual Choir, створений композитором Еріком Вітакром, який об'єднує тисячі співаків з усього світу у віртуальному просторі, створюючи спільні хорові виконання (Virtual Choir, 2025). Цей проєкт демонструє, як VR може сприяти колективному музикуванню, долаючи географічні бар'єри.

Крім того, Оркестр Романської Швейцарії (Orchestre de la Suisse Romande) розробив VR-додаток Virtual Hall, який дозволяє користувачам зануритися в концертне середовище, спостерігаючи за виступом оркестру з різних ракурсів на сцені (Orchestre de la Suisse Romande, 2025). Хоча цей проєкт орієнтований на оркестрові виступи,

Таблиця 1

**Технологічні підходи до використання віртуальної реальності в музичних перформансах**

Технологічний підхід	Опис	Основні можливості та застосування
Віртуальні концертні простори	Створення VR-середовищ для музичних виступів	Відтворення акустики реальних залів, адаптивні візуальні ефекти, можливість взаємодії з виконавцями
Інтерактивні музичні інструменти	Віртуальні інструменти для створення музики у VR	Гнучке керування параметрами звуку, інтеграція жестового управління, адаптивна генерація звукових ландшафтів
Аудіовізуальні симуляції	Синхронізація музики з візуальними ефектами	Реагування графіки на музику в реальному часі, створення синестетичних перформансів
Алгоритмічна генерація композицій	Використання штучного інтелекту для динамічного формування музики	Автоматичне створення варіацій треків залежно від дій користувача, персоналізація музичного контенту

Джерело: сформовано авторами на основі (Губернатор, 2022, с. 285; Baker, 2017, с. 5; Dang et al., 2024; 9., Kyriakou et al., 2024)

Таблиця 2

**Методи інтерактивної взаємодії слухачів із музичним контентом у VR**

Метод	Опис	Приклад застосування
Контролери руху	Взаємодія з музичним середовищем через жести та рухи рук	Керування ритмом і темпом у VR-застосунках
Технології відстеження жестів	Безконтактне керування музичними параметрами	Вплив на звучання інструментів через рухи
Біометричні сенсори	Адаптація музики відповідно до емоційного стану	Динамічна зміна тональності за ЧСС
Алгоритми штучного інтелекту	Автоматичне формування музичного контенту за поведінкою користувача	Персоналізовані VR-концерти

*Джерело: сформовано авторами на основі (Park et al., 2024, с. 2197; Ppali et al. 2022, с. 13)*

Таблиця 3

**Вплив віртуальних музичних просторів на емоційне сприйняття аудиторії**

Параметр впливу	Опис	Практичне значення
Ефект присутності	Відчуття слухачем занурення у віртуальний концертний простір	Підвищує рівень емоційного залучення та реалістичності переживань
Інтерактивність середовища	Можливість впливати на музичний контент через дії користувача	Покращує персоналізацію емоційного досвіду
Візуально-музична синхронізація	Адаптація графіки до ритму та динаміки композицій	Сприяє формуванню сильніших когнітивних та емоційних реакцій
Біометрична адаптація	Зміна музичних характеристик відповідно до стану слухача	Використовується в терапевтичних і релаксаційних VR-застосунках

*Джерело: сформовано авторами на основі (Губернатор, 2022, с. 286; Park et al., 2024, с. 2200; Turchet, Hamilton & Samci, 2021)*

його концепція може бути адаптована для хороших колективів, надаючи можливість глядачам відчувати себе частиною хору. Такі ініціативи свідчать про потенціал VR у трансформації вокально-хорового мистецтва, роблячи його більш доступним та інтерактивним для широкої аудиторії.

Інтерактивна взаємодія слухачів із музичним контентом у VR-середовищі ґрунтується на принципах адаптивності, персоналізації та безпосереднього впливу користувача на аудіовізуальне середовище. Сучасні технології дають можливість глядачам змінювати параметри музики, просторове розташування звукових джерел та візуальні ефекти, створюючи унікальний досвід занурення. Основні методи інтерактивної взаємодії охоплюють використання контролерів руху, технологій відстеження жестів, біометричних сенсорів та алгоритмів штучного інтелекту, що адаптують контент відповідно до дій або емоційних реакцій користувача. Інтерактивні VR-середовища створюють новий рівень залучення аудиторії до процесу музичного виконання, роблячи кожен виступ персоналізованим та динамічним (табл. 2).

За допомогою контролерів руху користувачі можуть активно взаємодіяти з музичним простором, змінюючи параметри композиції фізичними рухами. Такі технології використовуються, наприклад, у VR-застосунку SynthVR (SynthVR, 2025), де користувачі створюють музику за допомогою віртуальних модульних синтезаторів. Технології відстеження жестів, як у Leap Motion (Leap Motion,

2025), дають можливість впливати на музичні параметри рухами рук, що застосовуються у віртуальних музичних студіях, таких як Virtuoso VR (Virtuoso VR, 2025). Біометричні сенсори, інтегровані у VR-гарнітури, використовуються в проєкті Mubert AI (Mubert AI, 2025), який змінює темп і динаміку музики залежно від емоційного стану користувача, визначеного за частотою серцевих скорочень і активністю мозку. Алгоритми штучного інтелекту дають змогу автоматично створювати музичний контент, як в Endless VR (Endless VR, 2025), що генерує персоналізовані композиції на основі дій користувачів у віртуальному просторі. Використання цих методів сприяє глибшій інтеграції слухачів у VR-перформанси та відкриває нові можливості для розвитку музичного мистецтва.

Віртуальні музичні простори суттєво впливають на емоційне сприйняття аудиторії, створюючи глибше занурення в мистецький процес. Завдяки використанню технологій віртуальної реальності слухачі можуть взаємодіяти з музикою на новому рівні, відчуваючи не лише аудіальні, а й просторові, візуальні та тактильні ефекти. VR-технології сприяють адаптуванню музичного середовища до психофізіологічного стану користувача, регулюючи ритм, темп і гармонійне наповнення композицій. Так, віртуальні музичні простори можуть викликати сильніші емоційні реакції порівняно з традиційними форматами концертів завдяки ефекту присутності та можливості персоналізованої взаємодії зі звуковим середовищем (табл. 3).

Ефект присутності у віртуальних музичних просторах досягається через просторове аудіо, що створює відчуття реальної концертної зали. На відміну від традиційних форматів, де звук передається через стереоканали, у VR використовується амбіофонічне звучання, яке імітує напрямок і відстань джерел звуку, підвищуючи рівень занурення слухача. Інтерактивність середовища дає можливість користувачам впливати на музичний процес, змінюючи композицію через рухи або тактильні команди, що неможливо на традиційних концертах, де слухач залишається пасивним спостерігачем. Візуально-музична синхронізація у VR перевершує традиційні аудіовізуальні шоу, оскільки графіка адаптується до ритмічної структури композиції в режимі реального часу, забезпечуючи когнітивне посилення емоційного сприйняття. Біометрична адаптація дає змогу змінювати характеристики музики відповідно до психофізіологічного стану слухача, що не має аналогів у традиційній концертній практиці. Завдяки цим особливостям віртуальні музичні простори забезпечують глибше емоційне залучення, підвищують рівень персоналізації музичного досвіду та відкривають нові можливості для музичної терапії та інтерактивного мистецтва.

Інтеграція технологій віртуальної реальності в концертну та студійну практику супроводжується низкою проблем і викликів, що зумовлені як технічними обмеженнями, так і адаптацією традиційних методів створення та сприйняття музики до цифрового середовища. Основною проблемою залишається висока вартість обладнання та програмного забезпечення, необхідного для повноцінного відтворення VR-контенту, що ускладнює його доступність для широкого кола музикантів і продюсерів (Hamilton et al., 2011, с. 153). Низький рівень сумісності VR-платформ із традиційними студійними інструментами створює додаткові труднощі в упровадженні технології у звукозапис, а також потребує розробки спеціалізованих інтеграційних рішень (Turchet, Hamilton & Çamcı, 2021, с. 15828).

Важливою проблемою є затримка звуку, що виникає під час інтерактивної взаємодії у VR-середовищах і впливає на точність виконання та якість музичного досвіду. Традиційні студійні системи забезпечують мінімальну затримку сигналу, тоді як віртуальні середовища потребують значних обчислювальних ресурсів для обробки просторового звуку в реальному часі, що може спричинити розсинхронізацію аудіо та візуальних ефектів (Prali et al. 2022, с. 14). Проблеми адаптації слухачів до VR-перформансів також залишаються актуальними, оскільки технологія передбачає активне залучення користувачів до взаємодії з музичним контентом, що відрізняється від пасивного сприйняття традиційних концертів.

Відсутність загальноприйнятих стандартів у розробці VR-інструментів для музичної індустрії створює виклик уніфікації підходів до запису, міксування та відтворення звуку (Baker, 2017, с. 7). Виконавці та продюсери змушені використовувати різні програмні рішення, що може ускладнювати обмін даними та інтеграцію VR-елементів у звичний студійний процес. Обмеження в тактильній взаємодії з віртуальними інструментами ускладнюють точність виконання, оскільки музиканти звикли до механічної віддачі традиційних інструментів, яка наразі недостатньо точно імітується VR-технологіями (Bossman et al. с. 184). Високі вимоги до технічних характеристик обладнання, необхідність потужних обчислювальних ресурсів та складність розробки VR-контенту роблять процес створення музичних перформансів більш затратним і технічно складним у порівнянні з традиційними методами. Усупереч значному потенціалу VR в трансформації концертної та студійної практики, подолання зазначених викликів є необхідною умовою для його масштабного впровадження в музичну індустрію.

Удосконалення технологічних рішень для інтерактивних музичних перформансів передбачає оптимізацію обробки звуку, інтеграцію VR із традиційними студійними технологіями та підвищення рівня взаємодії слухачів. Зниження затримки звуку можливе завдяки вдосконаленню просторового аудіо та використанню штучного інтелекту для корекції синхронізації. Покращення сумісності VR-інструментів зі студійним обладнанням потребує розробки стандартизованих протоколів передачі аудіосигналів і віртуальних MIDI-контролерів. Використання тактильного зворотного зв'язку у VR-контролерах дасть можливість імітувати фізичні властивості традиційних інструментів, забезпечуючи більшу точність виконання.

Персоналізація VR-перформансів можлива через упровадження біометричних сенсорів та нейроінтерфейсів, що адаптуватимуть звучання до стану слухача. Генеративна музика, керована поведінкою користувача, сприятиме створенню унікального досвіду для кожного. Зниження вартості VR-обладнання завдяки хмарним обчисленням сприятиме розширенню доступності технології для музикантів та продюсерів. Підвищення якості графічного відтворення через трасування променів та адаптивне освітлення зробить VR-концерти більш реалістичними. Реалізація цих рішень сприятиме інтеграції VR у музичну індустрію, підвищенню якості інтерактивних виступів і розвитку нових форматів цифрового мистецтва.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** У дослідженні встановлено, що використання VR у музичних перформансах трансформує аудіовізуальне мистецтво, забезпечуючи адаптивні звукові середовища та

інтерактивну взаємодію слухачів. Виявлено, що VR-перформанси посилюють емоційне сприйняття завдяки ефекту присутності, інтерактивності, візуально-музичній синхронізації та біометричній адаптації.

До основних проблем інтеграції VR у концертну та студійну практику належать висока вартість обладнання, затримка звуку, низька сумісність VR-платформ зі студійними технологіями та відсутність стандартів для VR-інструментів.

Запропоновані рекомендації стосуються оптимізації алгоритмів обробки звуку, стандартизації протоколів передачі аудіосигналів, інтеграції тактильного зворотного зв'язку у VR-контролери та впровадження біометричних сенсорів для адаптації музичного середовища.

Перспективи подальших досліджень полягають у розширенні методів персоналізації VR-концертів, удосконаленні графічного відтворення та зниженні вартості технологій для їхнього ширшого застосування в музичній індустрії.

#### ЛІТЕРАТУРА

Губернатор, О. І. (2022). Імерсивні культурні практики XXI століття: особливості та прийоми. *Культурологічний альманах*, 3, 283–289. DOI: <https://doi.org/10.31392/cult.alm.2022.3.36>

Baker, C. (2017). Virtual, artificial and mixed reality: New frontiers in performance. *Proceedings of the 23rd International Conference on Virtual System & Multimedia (VSMM)* (Dublin, 31 October 2017 – 04 November 2017). Dublin, Ireland, 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1109/VSMM.2017.8346259>

Bosman, I. de V., Buruk, O., Jørgensen, K., & Hamari, J. (2024). The effect of audio on the experience in virtual reality: a scoping review. *Behaviour & Information Technology*, 43(1), 165–199. DOI: <https://doi.org/10.1080/0144929X.2022.2158371>

Chang, W., & Shin, H.-D. (2019). Virtual experience in the performing arts: K-live hologram music concerts. *Popular Entertainment Studies*, 10(1–2), 34–50. URL: <https://scholarworks.bwise.kr/hongik/handle/2020.sw.hongik/2780>

Dang, K., Burke, G., Korreshi, H., & Lee, S. (2024). Towards Accessible Musical Performances in Virtual Reality: Designing a Conceptual Framework for Omnidirectional Audio Descriptions. *Proceedings of the 26th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, 6, 1–17. DOI: <https://doi.org/10.1145/3663548.3675618>

Endless. (2025). *Collaborative Music Creation Platform*. Endless: website. URL: <https://endless.fm/>

Hamilton, R., Caceres, J. P., Nanou, C. et al. (2011). Multi-modal musical environments for mixed-reality performance. *Journal of Multimodal User Interfaces*, 4, 147–156. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12193-011-0069-1>

Jean-Michel Jarre. (2025). *Welcome to the Other Side*. Jean-Michel Jarre: website. URL: <https://www.jeanmicheljarre.com>

Kyriakou, T., Alvarez de la Campa Crespo, M., Panayiotou, A., Chrysanthou, Y., Charalambous, P., & Aristidou, A. (2024). Virtual Instrument Performances

(VIP): A Comprehensive Review. *Computer Graphics Forum*, 43(2), e15065. DOI: <https://doi.org/10.1111/cgf.15065>

Leap Motion. (2025). *Hand Tracking for Virtual Reality*. Ultraleap: website. URL: <https://leap2.ultraleap.com/products/leap-motion-controller-2/>

Mubert AI. (2025). *AI-Driven Adaptive Music Generation*. Mubert: website. URL: <https://mubert.com/>

Onderdijk, K. E., Bouckaert, L., Van Dyck, E. et al. (2023). Concert experiences in virtual reality environments. *Virtual Reality*, 27, 2383–2396. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10055-023-00783-3>

Orchestre de la Suisse Romande. (2025). *Virtual Hall*. URL: <https://www.osr.ch/en/virtual-hall>

Park, J., Choi, Y., & Lee, K. M. (2024). Research Trends in Virtual Reality Music Concert Technology: A Systematic Literature Review. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 30(5), 2195–2205. DOI: <https://doi.org/10.1109/TVCG.2024.3372069>

Ppali, S., Lalioti, V., Branch, B., Ang, C. S., Thomas, A. J., Wohl, B. S., & Covaci, A. (2022). Keep the VRhythm going: A musician-centred study investigating how Virtual Reality can support creative musical practice. *Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 20, 1–19. DOI: <https://doi.org/10.1145/3491102.3501922>

Schlagowski, R., Nazarenko, D., Can, Y., Gupta, K., Mertes, S., Billingham, M., & André, E. (2023). Wish you were here: Mental and physiological effects of remote music collaboration in mixed reality. *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 102, 1–16. DOI: <https://doi.org/10.1145/3544548.3581162>

SynthVR. (2025). *Modular Synthesis in Virtual Reality*. Synthvr: website. URL: <https://www.synthvr.com>

Tuominen, P. P. A., & Saarni, L. A. (2024). The use of virtual technologies with music in rehabilitation: a scoping systematic review. *Frontiers in Virtual Reality*, 5, 1290396. DOI: <https://doi.org/10.3389/frvir.2024.1290396>

Turchet, L., Hamilton, R., & Çamci, A. (2021). Music in Extended Realities. *IEEE Access*, 9, 15810–15832. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3052931>

Virtual Choir. (2025). *Eric Whitacre's Virtual Choir*. URL: <https://virtualchoir.ericwhitacre.com>

Virtuoso VR. (2025). *Music Creation in Virtual Reality*. Virtuoso-vr: website. URL: <https://www.virtuoso-vr.com>

WaveXR. (2025). *The Future of Music in Virtual Reality*. WaveXR: website. URL: <https://www.wavexr.com>

Young, G. W., O'Dwyer, N., Vargas, M. F., Mc Donnell, R., & Smolic, A. (2023). Feel the Music! – Audience Experiences of Audio–Tactile Feedback in a Novel Virtual Reality Volumetric Music Video. *Arts*, 12(4), 156. DOI: <https://doi.org/10.3390/arts12040156>

#### REFERENCES

Hubernator, O. I. (2022). Імерсивні культурні практики XXI століття: особливості та прийоми [Immersive cultural practices of the 21st century: Features and techniques]. *Kulturolohichnyi almanakh – Culturological Almanac*, 3, 283–289. DOI: <https://doi.org/10.31392/cult.alm.2022.3.36> [in Ukrainian].

Baker, C. (2017). Virtual, artificial and mixed reality: New frontiers in performance. *Proceedings of the 23rd International Conference on Virtual System & Multime-*

*dia (VSMM)*, Dublin, Ireland, 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1109/VSM2017.8346259>

Bosman, I. de V., Buruk, O., Jørgensen, K., & Hamari, J. (2024). The effect of audio on the experience in virtual reality: a scoping review. *Behaviour & Information Technology*, 43(1), 165–199. DOI: <https://doi.org/10.1080/0144929X.2022.2158371>

Chang, W., & Shin, H.-D. (2019). Virtual experience in the performing arts: K-live hologram music concerts. *Popular Entertainment Studies*, 10 (1–2), 34–50. Retrieved from: <https://scholarworks.bwise.kr/hongik/handle/2020.sw.hongik/2780>

Dang, K., Burke, G., Korreshi, H., & Lee, S. (2024). Towards Accessible Musical Performances in Virtual Reality: Designing a Conceptual Framework for Omnidirectional Audio Descriptions. *Proceedings of the 26th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, 6, 1–17. DOI: <https://doi.org/10.1145/3663548.3675618>

Endless. (2025). *Collaborative Music Creation Platform*. Endless: website. Retrieved from <https://endless.fm/>

Hamilton, R., Caceres, J. P., & Nanou, C. et al. (2011). Multi-modal musical environments for mixed-reality performance. *Journal of Multimodal User Interfaces*, 4, 147–156. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12193-011-0069-1>

Jean-Michel Jarre. (2025). *Welcome to the Other Side*. Jean-Michel Jarre: website. Retrieved from <https://www.jeanmicheljarre.com>.

Kyriakou, T., Álvarez de la Campa Crespo, M., Panayiotou, A., Chrysanthou, Y., Charalambous, P., & Aristidou, A. (2024). Virtual Instrument Performances (VIP): A Comprehensive Review. *Computer Graphics Forum*, 43(2), e15065. DOI: <https://doi.org/10.1111/cgf.15065>.

Leap Motion (2025). *Hand Tracking for Virtual Reality*. Ultraleap: website. Retrieved from <https://leap2.ultraleap.com/products/leap-motion-controller-2/>

Mubert AI. (2025). *AI-Driven Adaptive Music Generation*. Mubert: website. Retrieved from <https://mubert.com/>

Onderdijk, K. E., Bouckaert, L., Van Dyck, E. et al. (2023). Concert experiences in virtual reality environments. *Virtual Reality*, 27, 2383–2396. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10055-023-00783-3>

Orchestre de la Suisse Romande. (2025). Virtual Hall. Retrieved from <https://www.osr.ch/en/virtual-hall>

Park, J., Choi, Y., & Lee, K. M. (2024). Research Trends in Virtual Reality Music Concert Technology: A Systematic Literature Review. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 30(5), 2195–2205. DOI: <https://doi.org/10.1109/TVCG.2024.3372069>

Ppali, S., Laloti, V., Branch, B., Ang, C. S., Thomas, A. J., Wohl, B. S., & Covaci, A. (2022). Keep the VRhythm going: A musician-centred study investigating how Virtual Reality can support creative musical practice. *Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 20, 1–19. DOI: <https://doi.org/10.1145/3491102.3501922>

Schlagowski, R., Nazarenko, D., Can, Y., Gupta, K., Mertes, S., Billingham, M., & André, E. (2023). Wish you were here: Mental and physiological effects of remote music collaboration in mixed reality. *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 102, 1–16. DOI: <https://doi.org/10.1145/3544548.3581162>

SynthVR. (2025). *Modular Synthesis in Virtual Reality*. Synthvr: website. Retrieved from <https://www.synthvr.com>.

Tuominen, P. P. A., & Saarni, L. A. (2024). The use of virtual technologies with music in rehabilitation: a scoping systematic review. *Frontiers in Virtual Reality*, 5, 1290396. DOI: <https://doi.org/10.3389/frvir.2024.1290396>

Turchet, L., Hamilton, R., & Çamci, A. (2021). Music in Extended Realities. *IEEE Access*, 9, 15810–15832. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3052931>

Virtual Choir. (2025). Eric Whitacre's Virtual Choir. Retrieved from <https://virtualchoir.ericwhitacre.com>

Virtuoso VR. (2025). *Music Creation in Virtual Reality*. Virtuoso-vr: website. Retrieved from <https://www.virtuoso-vr.com>

WaveXR. (2025). *The Future of Music in Virtual Reality*. WaveXR: website. Retrieved from <https://www.wavexr.com>.

Young, G. W., O'Dwyer, N., Vargas, M. F., Mc Donnell, R., & Smolic, A. (2023). Feel the Music! – Audience Experiences of Audio–Tactile Feedback in a Novel Virtual Reality Volumetric Music Video. *Arts*, 12(4), 156. DOI: <https://doi.org/10.3390/arts12040156>

## Use of virtual reality in creating interactive musical performances

Tian Lin

Doctor of Philosophy in Musical Art,  
Teacher at the faculty of Early Education  
Guangdong Baiyun University (Guangzhou,  
China)

ORCID: 0009-0009-3661-4569

Olena Volodymyrivna Spolska

Doctor of Philosophy in Musical Art,  
Associate Professor at the Department  
of Theatre Arts,

Leading Specialist of the Administration  
Ternopil Volodymyr Hnatiuk National  
Pedagogical University

ORCID: 0000-0002-2397-2035

Lyudmila Vasilievna Kostenko

Candidate of Pedagogical Sciences,  
Professor at the Department of Vocal  
and Choral Mastery

Nizhyn Mykola Gogol State University

ORCID: 0000-0002-9846-2259

*The study examines technological approaches to the use of virtual reality in musical performances and their impact on audiovisual art. It has been established that VR transforms the interaction between performers and audiences by providing a sense of presence, personalization, and interactive control over musical parameters. The main methods of audience interaction with VR content have been identified, including the use of gesture controllers, biometric sensors, and artificial intelligence algorithms. The impact of VR environments on the emotional perception of the audience has been assessed, particularly the role of spatial audio, audiovisual synchronization, and biometric adaptation in enhancing listener engagement.*

*The aim of the study is to analyze VR solutions for interactive musical performances, identify the challenges of their integration into concert and studio practices, and develop recommendations for improving VR technologies in the music industry.*

*The methodology is based on an analysis of scientific sources and practical VR case studies, a comparative analysis of technological solutions for interactive performances, and an examination of the technical limitations of VR tools in concert and studio applications.*

*The key problems and challenges of implementing VR in the music industry have been identified. It has been found that major barriers include audio latency, limited compatibility of VR instruments with traditional music systems, the absence of standardized protocols for VR mixing and recording, and high computational resource requirements.*

*Recommendations for improving VR solutions for interactive musical performances have been proposed. Approaches to reducing audio latency through optimized spatial audio algorithms and artificial intelligence have been developed. The necessity of establishing standardized audio transmission protocols to ensure the compatibility of VR instruments with traditional studio systems has been substantiated.*

*Future research prospects include the development of new VR concert personalization models based on biometric sensors and neurointerfaces, improvements in automated music generation methods, and the reduction of VR technology costs for broader adoption in the music industry.*

**Keywords:** musical performance, spatial audio, biometric adaptation, audiovisual synchronization, haptic feedback, artificial intelligence algorithms.