

УДК 781.22:791.633-047.44:78.08

DOI <https://doi.org/10.31723/2524-0447-2021-33-1-13>**Олексій Олексійович Корякін**

ORCID: 0000-0002-3084-8796

кандидат педагогічних наук,

старший викладач кафедри хорового диригування, вокалу

та методики музичного навчання

Сумського державного педагогічного університету

імені А. С. Макаренка

profextreme@meta.ua

ПРИЙОМИ ПОБУДОВИ ЗВУКОВОГО ПРОСТОРУ МУЗИЧНИХ ТВОРІВ

Мета роботи — систематизація основних прийомів побудови звукового простору музичних творів та їх застосування в сучасній звукорежисерській практиці. **Методологія дослідження** спирається на системно-аналітичний, мистецтвознавчий та порівняльно-історичний методи. **Наукова новизна** — уточнення класифікації та систематизація основних прийомів побудови звукового простору музичних творів, визначення еволюції штучної реверберації в історичній ретроспективі та її значення в побудові звукового простору, а також коротка характеристика забезпечення штучної реверберації. **Висновки.** Наразі у звукорежисурі сформовано систему прийомів побудови звукового простору музичного твору, що створюється технічними засобами у процесі міксування або зведення. Відповідно до свого призначення і особливостей застосування прийоми побудови звукового простору доцільно об'єднати у групи: створення звукових планів; створення звукової панорами; створення одночасно і звукових планів, і панорами. Удосконалення цифрових технологій обробки звуку в сучасних умовах дає змогу наблизити створення звукового простору в концертній звукорежисурі до звукового простору, що створюється у процесі зведення звукозапису. Суттєвого значення у створенні звукового простору набуває штучна реверберація (реалізована апаратними приладами чи програмним забезпеченням), використання якої дає можливість варіювати розміщення конкретного звукового об'єкту у звуковій перспективі та вирішувати інші творчі завдання. Саме реверберація є одним із найпотужніших інструментів створення звукової перспективи музичного твору. Сучасне програмне забезпечення дає можливість створити майже повну ілюзію первинного звукового простору, який оточує слухача з усіх напрямків. Для оволодіння здобувачами вищої освіти прийомів побудови звукового простору музичного твору доцільно використовувати VST-плагіни штучної реверберації в освітньому процесі.

Ключові слова: звуковий простір, звуковий план, звукова панорама, прийоми побудови звукового простору, штучна реверберація.

© Корякін О. О., 2021

Koriakin Oleksii Oleksiyovych, Candidate of Pedagogical Sciences, Senior Lecturer at the Department of Choral Conducting, Vocal and Methods of Music Education of the Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko

Methods of construction of sound space of musical compositions

Research objective. The aim of the work is to systematize the basic methods of constructing the sound space of musical works and their application in modern sound engineering practice. **The methodology** of the research is based on system-analytical, art history and comparative-historical methods. **The scientific novelty** – the clarification and systematization of the main methods of constructing the sound space of musical compositions, determining the evolution of artificial reverberation in historical retrospect and its importance in the construction of sound space, as well as a brief description of artificial reverberation. **Conclusions.** Currently, sound engineering has formed a system of techniques for constructing the sound space of a musical compositions, which is created by technical tools in the process of mixing or production. According to the purpose and features of application it is expedient to combine receptions of construction of sound space in groups: creation of sound plans; creating a sound panorama; creation of both sound plans and panoramas. Improvement of digital sound engineering technologies in modern conditions allows to bring the creation of sound space in concert sound engineering to the sound space created in the process of recording. Artificial reverberation (implemented by hardware or software) is essential in creating a sound space, the use of which allows you to vary the location of a particular sound object in a sound perspective and solve other creative tasks. Reverberation is one of the most powerful tools for creating the sound perspective of music compositions. Modern software allows you to create an almost complete illusion of the primary sound space that surrounds the listener in all directions. To master higher education students of techniques to build the sound space of a musical compositions, it is advisable to use VST-plugins of artificial reverberation in the educational process.

Key words: sound space, sound plan, sound panorama, methods of sound space construction, artificial reverberation.

Актуальність теми дослідження. Створення комплексного вторинного звукового простору відповідно до творчого задуму композитора та виконавця (або максимально точну передачу наявного первинного звукового простору у вторинному) можна вважати одним з найважливіших завдань звукорежисури протягом практичного всього періоду її існування. Розвиток сучасних цифрових технологій, зокрема у звукорежисурі, суттєво збагатив можливості створення звукового простору у музичних творах, передусім, засобами сучасного програмного забезпечення. Разом з тим основні звукорежисерські прийоми побудови звукового простору, що були сформовані ще в умовах «аналогової» звукорежисури до розробки цифрових

технологій, залишаються актуальними за умови їх адаптації до стану розвитку програмного забезпечення у галузі обробки звуку. Відповідно, серед завдань музичного мистецтва та музичної педагогіки вагомим значення набуває визначення найбільш поширених прийомів побудови звукового простору та конкретизація можливостей їх використання в сучасній звукорежисурі та у освітньому процесі підготовки фахівців у галузі звукорежисури.

Мета статті полягає у систематизації основних прийомів побудови звукового простору та їх застосування в сучасній звукорежисерській практиці.

Аналіз актуальних досліджень. Наукова новизна. В річці досліджень категорії простору в сфері музичної акустики вагомим значення в розумінні фізичного і акустичного простору та його сприйняття зберігають праці Р. Арнхейма, Г. Вольфліна, Г. Гельмгольца, М.О. Гарбузова, Є.В. Назайкінського, Ю.М. Рагса, О.С. Соколова. Різні аспекти звукових психометричних досліджень висвітлені у працях таких дослідників, як Е. Цвікер, Г. Фастл, Л. Терстоун. Значення звукового образу простору актуалізоване у наукових працях таких дослідників, як Б. Блессер, Л. Салтер, Е. Томсон; різні творчо-технологічні аспекти побудови звукового простору у фонокомпозиції розглядалися Д. Гібсоном [2], У. Молляном [4], Д. Мултоном [3], Б. Овінські [5], Е. Фернелом [1]. Водночас систематизація звукорежисерських прийомів побудови звукового простору не була предметом актуальних наукових досліджень.

Виклад основного матеріалу. Побудова звукового простору передбачає, передусім, створення звукової перспективи (розташування звукових об'єктів ближче або далі від слухача) та створення звукової панорами (розташування звукових об'єктів навколо слухача).

Для побудови звукового простору у звукорежисурі використовуються визначені звукорежисерські прийоми. Загалом прийоми побудови звукового простору можна умовно об'єднати у три великі групи: 1) дають змогу вибудовувати звукові плани; 2) надають можливість вибудовувати панорамування; 3) прийоми, з допомогою яких одночасно можна вибудовувати звукові плани та панораму.

Доцільно докладніше розглянути прийоми, що належать до визначених груп. Можна схарактеризувати найбільш поширені прийоми вибудовування звукових планів.

1. Зміна частотної характеристики звуку. Цей прийом реалізується через використання приладів частотної обробки (зокрема, еквалайзерів і фільтрів). Означений прийом є одним з найбільш поширених і таких, що використовуються найдовше в історичній ретроспективі. Загалом, чим ширшим є частотний діапазон і чим більше у ньому виражені високі частоти, тим більше такий звук здається слухачу у вторинному звуковому просторі ближчим, і навпаки: чим вузчий частотний діапазон і менше в ньому виражені високі частоти – тим звук здається більш віддаленим.

2. Зміна атаки звуку. Цей прийом реалізується через використання різних приладів динамічної обробки сигналу (зокрема, компресорів). Якщо звук набуває максимум по амплітуді швидко, то у вторинному звуковому просторі такий звук здається слухачу ближчим, якщо ж навпаки, наростання звуку по амплітуді є повільним, то у вторинному звуковому просторі такий звук здається слухачам більш віддаленим.

3. Використання реверберації. Цей прийом реалізується через додавання ефекту реверберації до звукових об'єктів. Традиційно використовуються кілька видів реверберації залежно від часу: room (переважно створення ближнього плану), plate (для створення середнього плану), hall (для створення дальнього плану). Цілком очевидно, що використання великої кількості реверберації (особливо з великим часом) суттєво завантажує побудований звуковий простір. Загалом, чим більше ефекту реверберації використано для конкретного звукового об'єкту, тим далі він знаходиться від слухача у вторинному звуковому просторі.

4. Використання даблтреків. Даблтрек – це окрема звукова доріжка, в яку записана та сама партія ще один раз (причому важливо, що це не копія, а саме ще одне дуже наближене до першого виконання тієї ж партії). Використання даблтреків дає змогу змінити звучання основної партії: зазвичай наявність даблтреків створює відчуття віддалення основної партії у вторинному звуковому просторі.

Схарактеризуємо найпоширеніші прийоми вибудовування панорами.

1. Панорамування – один з найбільш ранніх та поширених прийомів створення звукового простору. Регулювання панорамування змінює співвідношення звучання лівої і правої частин. Очевидно, такий прийом не буде передавати реальну

ситуацію з надходженням звуку з лівої і з правої сторони, оскільки змінюється не лише гучність у кожному з каналів, через які відтворюється вторинний звуковий простір, але й фаза і реверберація, однак певного результату цей прийом все ж дає змогу досягти.

Історично для створення панорами використовувався так званий «панорамний мікшер», призначений для розподілу по різних каналах декількох вихідних монофонічних записів. Водночас ефект локалізації джерел звуку створюється як регулюванням рівня в різних каналах, так і корекцією частотної характеристики, оскільки відомо, що високі частоти найбільшою мірою впливають на ілюзію напрямку. Крім того, ефект додатково досягається регулюванням інтенсивності відбитого звуку і ступеня запізнення за допомогою ліній затримки. Певного поширення такі пристрої набули в кіновиробництві у середині минулого століття.

2. Затримка звучання одного з каналів відносно інших. Цей прийом також досить давно розповсюджений і дає можливість у вторинному звуковому полі більш точно визначити розташування звукового об'єкта, оскільки з різних каналів звук надходить до слухача не одночасно, а також створити ілюзію більшого простору.

Для цього прийому особливого значення набуває ефект Хааса — це психоакустичний феномен, відкритий доктором Гельмутом Хаасом в 1949 році. Також відомий як «ефект пріоритету», закон говорить, що коли за одним звуком постає інший із затримкою в близько 40 мс або меншою, вони обидва сприймаються як один звук. Цей ефект стосується того, як людина визначає просторове розташування по звуку. Оскільки два звуки з дуже короткою затримкою між ними сприймаються як один, просторове розташування визначається першим чутним домінуючим звуком, незалежно від того, куди спрямований другий. Людина визначає джерело, ґрунтуючись на тому, що чує першим. Будь-які подальші відображення дають лише відчуття глибини і не здаються окремими звуками. Затримка в близько 5 мс на одній доріжці фактично поліпшить спрямованість. Наприклад, якщо затримали канал, розташований за панорамою лівіше, на 5 мс, звук у каналі, розташованому за панорамою правіше, буде сприйматися як більш інтенсивний. До певної точки додана затримка ще більше посилить спрямованість. Однак після перевищення

близько 10–12 мс дві моно-доріжки, «розведені» по панорамі далеко від центру, будуть звучати досить широко, не зміщуючись у будь-який канал. Разом з тим, якщо час затримки перевищить пороговий рівень відлуння (приблизно 35 мс) – починають виникати чутні на слух повторення. Ефект Хааса дає змогу, наприклад, збільшити віртуальну ширину стереобазиса, підмішуючи ефект Хааса в невеликих пропорціях.

3. Використання ефектів часової обробки сигналу. Цей прийом передбачає використання приладів обробки, таких, як фленжер, фейзер та хорус, які здатні змінювати фази роздільно по каналах і створюють у вторинному звуковому просторі ілюзію розширення стереобазиса, однак вони також змінюють характер звучання, тому використовуються більшою мірою лише у певних музичних стилях. Окремим різновидом цього прийому є використання дилею. Цей прийом реалізується або розміщенням повторів, створюваних дилеєм далеко від центру панорамі (наприклад, у режимі *ping-pong*) або навпаки, розташуванням у її центрі.

4. Розширення або звуження стереобазиса через різні алгоритми мікросузу фази. Цей прийом реалізується через використання програмного забезпечення типу «стереорозширювач», які виготовляють майже всі виробники плагінів або програмного забезпечення для обробки звуку. Названий прийом набув широкого поширення в сучасній звукорежисурі.

5. Використання в аранжуванні синтезованих стереозвуків. Цей прийом може бути використаний через розподіл по різних каналах різних хвильових форм, фільтрів, огинаючих тощо. Як різновид цього прийому можна розглядати MIDI-Spread (розташування різних синтезованих нот партії в різних частинах панорамі).

Окрему групу прийомів побудови звукового простору складають такі, які одночасно дають змогу вибудовувати звукові плани та панораму. Серед них особливого поширення набули стереодилеї, з використанням яких можна створювати ілюзію звукової перспективи та зміщення звукового об'єкту по панорамі. Також цікавим є прийом поєднання ефекту Хааса та ранніх відображень реверберації. Це дає можливість «згущувати» звукові об'єкти у звуковому просторі. Оскільки ранні відображення зазвичай виникають при порозі в 35–40 мс, вони також знаходяться в межах діапазону ефекту Хааса. Використанням тільки ранніх відображень можна

посилити початкові перехідні процеси для більш яскравої атаки (наприклад, ударних музичних інструментів).

Вагомого значення в розвитку можливостей побудови звукового простору набуло удосконалення технологій штучної реверберації. Перш ніж визначати розвиток штучної реверберації доцільно схарактеризувати зміст ключового поняття. Реверберація – це акустичний процес продовження звучання після закінчення звукового імпульсу або коливання завдяки віддзеркаленням звукових хвиль від поверхонь. Відповідно, «природна» реверберація існує в середовищі, у якому наявні поверхні, від яких звукові хвилі можуть відобразитися. Цілком очевидно, що в процесі звукозапису, який здійснюється у концертній залі, побудованій за акустично-розрахованим проектом, такі відображення загалом позитивно впливають на записане звучання і в окремих випадках (коли саме такий ефект потрібен) використовується запис із «природною» реверберацією концертної зали. Однак у сучасних умовах, коли різні музичні інструменти та голоси є необхідність розташовувати в різних віртуальних звукових просторах та реалізовувати інші творчі завдання у процесі зведення чи міксування, економічно недоцільно здійснювати запис кожного в окремій концертній залі з необхідними ревербераційними характеристиками. Тому в переважній більшості випадків, починаючи з середини минулого століття, використовується саме штучна реверберація, оскільки набагато простіше отримати «сухе» звучання і вже потім за допомогою ревербератора зробити його живим, ніж домогтися належного рівня підготовки приміщення чи здійснити запис в такому приміщенні. Доцільно схарактеризувати основні види штучної реверберації у порядку їх впровадження.

Першими штучними ревербераторами, які було розроблено ще в 30-ті роки XX століття, були луна-камери («Chamber»). Це були спеціальні приміщення при студіях звукозапису, зазвичай, коридорного плану, розміщені в підвальних приміщеннях. В одному кінці кімнати встановлювався гучномовець, а в іншому – мікрофон. На гучномовець подавався сигнал, а знятий з мікрофона сигнал підмішували до прямого. Таким чином, принцип паралельної обробки, який використовується в сучасних ревербераторах, веде свій початок ще від луна-кімнат.

Першою електромеханічною системою реверберації прийнято вважати пружинний ревербератор («Spring»), що

дотепер використовується в гітарних комбодісилювачах. Принцип функціонування пружинного ревербератора певним чином нагадував луна-кімнату (на одному кінці електромеханічний перетворювач, на іншому кінці – механічно-електричний), але середовищем поширення хвиль замість повітря була пружина. В силу особливостей поширення коливань в пружині (переважно поздовжні), звуковий сигнал на виході перетворювача мало нагадує вихідний, але в поєднанні з прямим сигналом сумарне звучання дійсно схоже на реверберацію. Час затримки практично не залежить від частоти сигналу і прямо залежить від кількості витків пружини.

Пізніше було розроблено інші електромеханічні пристрої – листові ревербератори («Plate»). Їхній звук реверберації був більш правдоподібний, але під час подачі складного і високорівневого сигналу (наприклад, з декількох каналів) вони створювали помітні спотворення. Окрім того, через великі розміри і значну вагу конструкції використання листових ревербераторів було досить обмеженим.

Однак, незважаючи на недосконалість, пружинні і листові ревербератори залишили свій слід у звукорежисурі, сформували певну естетику звучання, і досі їхня робота імітується багатьма цифровими ревербераторами (відповідно, ефекти «Plate» та «Spring»).

Першими електронними ревербераторами можна умовно назвати спеціальні магнітофони з наскрізним каналом і кількома голівками відтворення («Tape»). Сигнал з виходу підсилювача відтворення подавався назад на вхід підсилювача запису. Формально такий пристрій не є ревербератором, а є, по суті, багатовідвідною затримкою, оскільки отриманий сигнал набував вигляду ряду згасаючих повторів. Регулюючи рівень кожного повтору і швидкість руху стрічки, можна було змінювати характер ефекту.

Окремим підвидом реверберації можна вважати реверсивну реверберацію («Reverse»), яка створюється шляхом програвання обробленої частини сигналу у зворотному напрямку. Цей ефект почали використовувати досить давно шляхом простого відтворення обробленої частини сигналу (зокрема, записаного на плівці) у зворотний бік. Відповідно, спочатку чується затухання реверберації, гучність якої поступово зростає, а на завершення чується оригінальна ревербераційна атака.

Пізніше з'явилися цифрові ревербератори. За принципом обробки сигналу вони є певною мірою аналогами стрічкових ревербераторів, однак значно більш складними по архітектурі. Основою обробки є багатовідвідна цифрова лінія затримки, на яку подається оцифрований вхідний сигнал, і вона аналогічна стрічці в магнітофоні. Однак в цифровому приладі кількість відводів сигналу може бути практично необмежено великою. Окремою групою можна вважати імпульсні (згорткові) ревербератори. Принцип дії пристроїв заснований на так званій конволюційній реверберації (використанні ревербераційного відгуку, записаного в певному приміщенні, і побудові ревербераційного ефекту щодо цього імпульсу). Також поширеними є імпульси, записані на «аналогових» ревербераторах (наприклад, Lexicon 480). Наразі розроблено значну кількість VST-плагінів, які працюють за такою технологією.

Незважаючи на те, що в рекламній продукції щодо цифрових ревербераторів вказані сотні видів реверберації, кількість основних типів алгоритмів в кожному приладі невелика (зазвичай не перевищує п'яти). Традиційно це кілька видів реверберації приміщень, емуляція пружинного, листового і стрічкового ревербераторів. На їх основі виробники і користувачі складають свої набори звучань шляхом варіювання безлічі параметрів, що входять в ці алгоритми. Якщо простих алгоритмів виявляється недостатньо, то з'єднують разом різні алгоритми для отримання комбінованих звучань і ефектів. Для зручності користувача в програмах закладені основні характеристики різних приміщень, від маленьких кімнат до величезних залів. Окремо закладена інформація про структуру ранніх віддзеркалень, окремо – про ревербераційний «хвіст». Зміна параметрів звучання також проводиться окремо для цих двох груп.

Традиційно цифрові ревербератори мають такі параметри (вказані в алфавітному порядку):

- 1) «Balance» («Dry/Wet») – регулює співвідношення прямого звуку і звуку, обробленого ефектом;
- 2) Density – щільність ранніх (первинних) відображень, характеризує геометрію імітованого приміщення;
- 3) «Diffusion» – характеризує «розпливчастість» реверберації, її дискретність, що відчувається за низьких значень, або подобу луни;
- 4) «Early Reflection Level» – рівень ранніх відображень, співвідноситься з властивостями, матеріалів приміщення, які відображають звукові хвилі;

5) «Eg/Rev Balance» – співвідношення рівнів ранніх відображень і залишку реверберації;

6) «Feedback Level» – рівень зворотного зв'язку;

7) «High Cut» – параметри низькочастотного фільтру (еквалайзера), що дають змогу зробити тембр реверберації більш м'яким;

8) «High Damp» («LPF») – параметри демпфування високочастотних складових спектра реверберації (іноді окремо регулюється рівень і частота); заснований на природному ефекті швидшого загасання високочастотного спектра звуку в процесі акустичної реверберації;

9) «Low Cut» – параметри високочастотного фільтру (еквалайзера);

10) «Low Damp» («HPF») – параметри демпфірування низькочастотних складових реверберації (іноді окремо регулюється рівень і частота);

11) «Pre Delay» (Initial Delay) – часовий інтервал між прямим звуком і ранніми (первинними) відображеннями (фактично імітує розміри приміщення з урахуванням місця розташування слухача);

12) «Release Density» – щільність відображень кінцевої фази реверберації;

13) «Reverb Delay» – проміжок між ранніми відображеннями і залишком реверберації;

14) «Reverb Send Level» («Depth, Volume») – рівень реверберації; основний параметр, що змінює «глибину» ефекту;

15) «Reverb Time» – тривалість реверберації (час загасання звуку приблизно на 60 дБ);

16) «Size» («Room Size», «Hall Size», «Height», «Width», «Depth») – розміри (обсяг) імітованого приміщення;

17) «Wall Vary» – характеризує геометрію (нерівності) відбивають; великі значення надають реверберації більш.

Зазвичай для досягнення почуття спільності простору єдиний тип реверберації типу «Hall» («Room») застосовують для всього звукозапису в цілому, водночас, для окремих інструментів або групи інструментів з метою отримання особливих ефектів можна використовувати додаткову обробку процесором реверберації.

Даний ефект можна використовувати для моделювання глибини сцени (звукових планів). Інструменти, які мають більш глибоку реверберацію, відчуються розташованими

більш віддалено. І навпаки, інструмент або голос без реверберації здається слухачу близьким.

Для вокальної партії цікавий ефект дає застосування реверсивної («Reverse») реверберації. Також «оживляє» голос одночасне застосування подвійної реверберації – з коротким і довгим часом загасання.

Глибока реверберація з великим часом загасання добре підходить для синтезованих «підкладочних» звуків, однак використання занадто «довгої» реверберації знижує «розбірливість» синтезованих звуків.

Для отримання жорсткішого динамічного відчуття ритму в записі для ударних інструментів (барабанів) можна використовувати «Gate-реверберацію». Великі барабани і баси добре звучать із невеликою кількістю реверберації, яка додається на канали з direct-мікрофонами барабанів [6].

В умовах освітнього простору найбільш доцільним є опанування здобувачами вищої освіти різних прийомів побудови звукового простору у процесі роботи з цифровими звуковими робочими станціями (DAW) з використанням (окрім «вбудованих») додаткових безкоштовних VST-плагінів. Доцільно коротко схарактеризувати приклади таких плагінів, які можуть використовуватися у процесі професійної підготовки звукорежисерів.

«TAL-Reverb-4» – плагін, який розробники позиціонують як високоякісний plate-ревербератор з вінтажним характером 80-х років. Назване програмне забезпечення імітує звук листових ревербераторів, має швидкий час нарощування у поєднанні із довгими звуками реверберації та підтримує лише стереоканали.

«Dasample Glace Verb» – плагін з 64 пресетами «природної» реверберації, який використовує власний алгоритм реверберації, розроблений для розрахунку деформацій, вібрацій та акустичної реакції поверхонь та матеріалів, модуль реверберації залишкової векторної модуляції (RVM). Всі функції та елементи керування повністю автоматизовані.

«Voxengo Oldschool Verb» – це плагін, який реалізує своєрідний «класичний» алгоритм стереореверберації та пропонує користувачу повний набір параметрів, що дає змогу досягти різноманітних реверберацій, починаючи від листового ревербератора, закінчуючи кімнатним ревербератором та звучанням реверберації зали.

«U-He Protoverb» – плагін, який розробники характеризують як експериментальний. Він імітує природне звучання реверберації, засноване на концепції симулятора кімнати.

Цілком очевидно, що наразі розроблено значну кількість VST-плагінів (зокрема, безкоштовних), які можуть бути використані для побудови звукового простору, відповідно, обрання конкретного плагіна чи їх набору є результатом творчо-технологічних пошуків кожного звукорежисера індивідуально.

Висновки. Таким чином на сучасному етапі розвитку звукорежисури накопичено ряд апробованих прийомів побудови звукового простору музичного твору, що створюється технічними засобами у процесі мікшування або зведення. Усі прийоми побудови звукового простору об'єднуються у групи за призначенням: створення звукових планів; створення звукової панорами; створення одночасно і звукових планів та панорами. Розвиток цифрових технологій у сфері обробки звуку наразі дає змогу наблизити створення звукового простору в концертній звукорежисурі до звукового простору, що створюється у процесі зведення звукозапису. Вагоме значення у створенні звукового простору має штучна реверберація, використання якої допомагає варіювати розміщення конкретного звукового об'єкту у звуковій перспективі та вирішувати інші творчі завдання. Штучну реверберацію необхідно розглядати як один з найпотужніших засобів у звукорежисурі, який використовується для побудови звукової перспективи. Користуючись сучасним програмним забезпеченням, можна створити майже повну ілюзію первинного звукового простору, який оточує слухача з усіх напрямків. У освітньому процесі найбільш доцільно використовувати VST-плагіни штучної реверберації для знайомства здобувачів вищої освіти з прийомами побудови звукового простору музичного твору. Подальше вдосконалення алгоритмів обробки звукової інформації, розвиток технологій 3D-звуку в поєднанні з сучасними засобами звукорежисури дають змогу суттєво ускладнити й урізноманітнити створюваний звуковий простір, тому саме сучасні технології створення звукового простору видаються актуальним напрямом для подальших досліджень в окресленій галузі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Farnell A. Designing sound. Cambridge-London: The MIT Press, 2010. 664 p.

2. Gibson D. The Art of Mixing: A Visual Guide to Recording, Engineering and Production. CA, 2005. 129 p.
3. Moulton D. Total Recording: The Complete Guide to Audio Production. CA: KIQ Productions, 2000. 469 p.
4. Moylan W. Understanding and crafting the mix: the art of recording. MA, 2007. 396 p.
5. Owsinsky B. The Mixing Engineer's Handbook. CA, 1999. 220 p.
6. The beginner's guide to mixing. *Computer music*. June, 2010. P. 24–36.

REFERENCES

1. Farnell, A. (2010). Designing sound. Cambridge-London: The MIT Press. 664.
2. Gibson, D. (2005). The Art of Mixing: A Visual Guide to Recording, Engineering and Production. CA. 129.
3. Moulton, D. (2000). Total Recording: The Complete Guide to Audio Production. CA: KIQ Productions. 469.
4. Moylan, W. (2007). Understanding and crafting the mix: the art of recording. MA, 2007. 396.
5. Owsinsky, B. (1999). The Mixing Engineer's Handbook. CA, 1999. 220.
6. The beginner's guide to mixing. *Computer music*. June, 2010. 24–36.