

**Міністерство культури України**  
**Львівська національна музична академія імені М. В. Лисенка**

**ВОЙТОВИЧ Олександр Орестович**



УДК 78.51;78.2У

**ЕСТЕТИЧНО-АКУСТИЧНІ ПАРАМЕТРИ**  
**ОРКЕСТРОВОГО ЗВУЧАННЯ**  
**(НА ПРИКЛАДІ КОНЦЕРТНИХ ЗАЛІВ ЛЬВОВА)**

Спеціальність 17.00.03 — музичне мистецтво

**АВТОРЕФЕРАТ**  
**дисертації на здобуття наукового ступеня**  
**кандидата мистецтвознавства**

**Львів — 2018**

**Дисертацією є кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.**

Роботу виконано на кафедрі історії музики Львівської національної музичної академії імені М. В. Лисенка Міністерства культури України.

**Науковий керівник:** кандидат фізико-математичних наук, доцент  
**Тракало Олександра Михайлівна,**  
Львівська національна музична академія  
імені М. В. Лисенка,  
доцент кафедри композиції,  
доцент кафедри джазу та популярної музики  
(м. Львів)

**Офіційні опоненти:** доктор мистецтвознавства, професор  
**Сюта Богдан Омелянович,**  
Національна музична академія України  
імені П. І. Чайковського  
професор кафедри теорії музики  
(м. Київ)

заслужений діяч мистецтв України,  
кандидат мистецтвознавства  
**Сивохіп Володимир Степанович,**  
Львівська національна філармонія,  
генеральний директор  
(м. Львів)

Захист відбудеться «25» січня 2018 року о 12.00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 35.869.01 із захисту дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата мистецтвознавства у Малому залі Львівської національної музичної академії імені М. В. Лисенка за адресою:  
вул. О. Нижанківського, 5, м. Львів, 79005.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Львівської національної музичної академії імені М. В. Лисенка за адресою: вул. О. Нижанківського, 5, м. Львів, 79005.

Автореферат розіслано «21» грудня 2018 року.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради  
доктор мистецтвознавства, професор



Н. І. Сиротинська

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Історія архітектури концертних залів сягає античних часів. Досконало відомо про вплив приміщення на якість виконання та сприйняття музики. Звучання оркестру, хору чи органа в концертному залі з хорошою акустикою показує, наскільки велика роль акустичних властивостей приміщення в процесі формування просторового звукового образу.

Поява звукозапису на початку ХХ сторіччя дала можливість зберегти аудіопродукт на носіях з подальшим відтворенням. Науково-технічний прогрес вплинув на активне впровадження новітніх технологій, особливо цифрових, у сферу звукозапису. Завданням звукозапису на сучасному етапі є відтворення та передача якнайтонших нюансів звучання музики в концертних залах. Без перебільшення, звукозапис – це соціально значуще явище, яке становить важливий культурологічний аспект і належить до області музичного мистецтва.

Дослідження звучання та звукозапису оркестрів у концертних залах тісно пов'язане з акустикою цих залів. Значних результатів у цій сфері досягнули вчені-акустики Л. Беранек, М. Шредер, Т. Хайдака. Однак, поряд з об'єктивними акустичними параметрами, такими як час реверберації, структура резонансних частот, час і напрямок ранніх відбиттів тощо, вагоме місце займає суб'єктивна оцінка акустики приміщення.

Суб'єктивне оцінювання акустики приміщення вимагає вибору відповідних методів і критеріїв, а також встановлення зв'язків з об'єктивними параметрами. В нашому випадку оцінювання живого звучання зводиться до трьох методів: 1) метод стереофонічного порівняння; 2) метод незалежного прослуховування і прийняття рішення групою експертів; 3) метод анкетування та інтерв'ювання, з подальшою обробкою результатів опитування.

Більшість записів оркестрів у львівських концертних залах виконані львівськими рекординговими студіями аматорського походження з відносно невеликим досвідом роботи. Найбільший досвід звукозапису має студія Львівської телерадіокомпанії, яка від початку свого заснування займалась записами класичної музики для радіотрансляцій.

Важливість вміння професійно оцінити живе звучання та запис оркестрів у концертних залах, зокрема у львівських, за критеріями встановленого зразка та відсутність досліджень на цю тему у вітчизняній музичній науці зумовлює **актуальність** обраної теми дослідження.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертація виконана на кафедрі історії музики Львівської національної музичної академії імені М. В. Лисенка відповідно до плану наукових робіт і є частиною комплексної теми № 6 «Музично-виконавська творчість: теорія, історія, практика» перспективного тематичного плану науково-дослідницької діяльності Львівської національної музичної академії імені М. В. Лисенка на 2014–2019 рр. Тему затверджено на засіданні Вченої ради академії (протокол засідання № 2 від 30 червня 2015 року).

**Мета дослідження** – з'ясувати специфіку естетичного сприйняття звучання оркестрів у львівських концертних залах та оцінити це звучання за допомогою об'єктивних акустичних параметрів і суб'єктивних критеріїв.

**Об'єктом дослідження** є звучання оркестру в умовах акустики замкнених приміщень.

**Предмет дослідження** – звучання оркестрів у львівських концертних залах наживо і в записі.

Відтак головними завданнями дослідження стало:

- сформулювати базові принципи акустики концертних залів;
- визначити об'єктивні параметри оцінювання акустики концертних залів;
- сформулювати критерії суб'єктивної оцінки звучання оркестрів наживо і в записі та розробити анкету для опитування експертів;
- окреслити особливості звукозапису в концертних залах;
- провести оцінювання звучання оркестрів у львівських концертних залах в живому виконанні та в записі;
- порівняти результати суб'єктивної естетичної оцінки з об'єктивними акустичними характеристиками;
- за результатами отриманої естетичної оцінки подати рекомендації щодо корекції акустики вибраних залів та процесу звукозапису в них.

**Матеріалами дослідження** слугували живі концерти, записи з архівів Львівської телерадіокомпанії та львівських студій звукозапису, приватні колекції музикантів.

**Методи дослідження.** Для розв'язання поставлених завдань та досягнення мети роботи використано такі методи: аналітичний – у вивченні наукової літератури; теоретичний – для визначення спеціальної термінології, опису явищ, що мають місце під час проведення досліджень, параметрів за якими здійснюється суб'єктивна оцінка; емпіричний – при прослуховуванні та звукозапису оркестрів у концертному залі з подальшою

експертною оцінкою результатів; компаративний – у процесі порівняння результатів досліджень; методи аналізу і синтезу – для опрацювання результатів дослідження, а також метод інтерв'ювання – для отримання інформації від музикантів та активних слухачів.

### **Теоретичну базу дисертації склали:**

- праці в області музичної акустики (І. А. Алдошина, Ш. Я. Вахітов, А. П. Єфімов, А. Бенаде (A. Benade), А. Гаде (A. C. Gade), Л. Кінслер (L. Kinsler), В. Кугль (W. Kuhl), Р. Ліндсей (R. B. Lindsay), Дж. Пірс (J. Pierce) та ін.);
- праці в галузі акустики музичних інструментів та інструментознавства (В. І. Кожухар, Л. А. Кузнецов, Т. Россінг (T. Rossing) та ін.);
- праці з психоакустики (Я. А. Альтман, Я. Ш. Вахітов, Х. Р. Шиффман, Дж. Ангус (J. Angus), Дж. Блаурт (J. Blauert), Д. Говард (D. Howard), Д. Редерер (J. Roederer), Е. Цвікер (E. Zwicker) та ін.);
- принципи сучасної звукорежисури та звукозапису (І. Вєпрінцев, Д. Галкін, В. Г. Дінов, А. Зелєніна, Б. Я. Меєрзон, А. Нісбетт, А. В. Сєвашко, П. Уайт (P. White), Г. Баллоу (G. Ballou), Б. Бартлетт (B. Bartlett), Т. Бейтс (T. Bates), Б. Бауєр (B. Bauer), М. А. Білінгслі (M. A. Billingsley), Б. Овсінський (B. Owsinski), Д. Геніган (J. Hannigan), Дж. Іргл (J. Eargle) та ін.);
- об'єктивні методи дослідження акустики замкнутих середовищ (М. Баррон (M. Barron), Т. Камісінський (T. Kamisiński), Р. І. Кінаш, А. Куловський (A. Kulowski), Л. Маршал (L. Marshall), М. Морімото (M. Morimoto), В. Агнерт (W. Ahnert), В. Шмідт (W. Schmidt), Л. Беранек (L. Beranek), В. Сабіне (W. Sabine) та ін.);
- дослідження у сфері зв'язку суб'єктивних критеріїв оцінки якості звучання музики та об'єктивних властивостей замкнутих середовищ (М. Баррон (M. Barron), Л. Беранек (L. Beranek), Дж. Бланкеншіп (J. Blankenship), А. Хайдака (A. T. Hidaka), Фішетті (A. Fischetti), М. Шрєдер (M. Schroeder) та ін.).

**Наукова новизна дослідження** полягає у спробі дати естетичну оцінку звучанню оркестрів наживо та в записі в концертних залах міста Львова за критеріями встановленого зразка шляхом наукового дослідження явища суб'єктивного сприйняття музичного матеріалу.

### **Відтак у дисертації вперше:**

- запропоновано єдиний підхід до аналізу просторового звукового образу при звучанні наживо та в записі;

- проведено порівняння звучання однакових творів у вибраних залах, а також сучасних записів із архівними;
- сформульовано рекомендації щодо звукозапису оркестрів у концертних залах Львова.

**Набуло подальшого розвитку:**

- вибір критеріїв для суб'єктивного оцінювання звучання оркестру.

**Доповнено:**

- дослідження впливу акустичного середовища на звучання оркестру та звукозапис у концертних залах Львова.

**Практичне значення дослідження.** Результати роботи можуть бути використані в курсах лекцій з музичної звукорежисури та музичної акустики. Рекомендації щодо звучання та звукозапису оркестрів в концертних залах міста Львова можуть допомогти в корекції акустики концертних залів, виборі способів звукозапису та у плануванні проведення концертів.

**Особистий внесок здобувача.** Основні результати отримані дисертантом самостійно. Уперше проведено дослідження за оригінальною методикою, що об'єднує живе звучання та записи оркестрів. Запропоновану методику можна використовувати в подальших дослідженнях. Здійснено естетичну оцінку звучання оркестрів, сформульовано рекомендації щодо покращання акустичних умов концертних залів та способів звукозапису.

**Апробація результатів дослідження.** Основні теоретичні положення та висновки дослідження були оприлюднені на таких наукових конференціях: Всеукраїнська науково-практична конференція молодих науковців «Музикознавчі студії» (ЛНМА імені М. В. Лисенка, 25–26 лютого 2015 р., м. Львів), Міжвузівська науково-практична конференція «Стратегічні перспективи розвитку соціально-комунікативної діяльності : теорія, практика й інновації» (ЛФ КНУКіМ, 21 квітня 2015 р., м. Львів), XI Всеукраїнська науково-практична конференція «Культура як феномен сучасного глобалізованого суспільства» (РДГУ, 12–13.11.2015 р., м. Рівне), Міжнародна наукова конференція молодих музикознавців «Музикознавчі студії – 2016» (ЛНМА ім. М. В. Лисенка, 24-26 лютого 2016 р., м. Львів), XII Міжнародна науково-практична конференція «Культурний вектор розвитку України початку ХХІ століття: реалії і перспективи» (РДГУ, 10–11 листопада 2016 р., м. Рівне), Міжнародна науково-практична конференція «Український джаз на перехресті культур: сучасний стан, тенденції та перспективи» (ЛНМА ім. М. В. Лисенка, 2–4 грудня 2016 р., м. Львів), Міжнародна наукова конференція «Музикознавчий універсум молодих» (ЛНМА ім. М. В. Лисенка,

1–2 березня 2017 р., м. Львів), XIII Міжнародна науково-практична конференція «Євроінтеграційні процеси в сучасній Україні: культурно-мистецькі аспекти розвитку» (РДГУ, 16–17 листопада 2017 р., м. Рівне), Міжнародна науково-практична конференція «Український джаз на перехресті культур: сучасний стан, тенденції та перспективи» (ЛНМА ім. М. В. Лисенка, 1–5 грудня 2017 р., м. Львів).

**Публікації.** Основні результати дисертаційного дослідження викладено у 5 одноосібних публікаціях, з яких 4 – у фахових виданнях, затверджених ДАК МОН України, 1 стаття – в іноземному фаховому виданні.

**Структура дисертації.** Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел, що містить 210 позицій та трьох додатків. Загальний обсяг 240 сторінок. Обсяг основного тексту становить 174 сторінки, додатки – 45 сторінок.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ

У **вступі** обґрунтовано вибір теми, доведено її актуальність та зв'язок з науковими програмами, планами, темами, визначено мету й завдання, сформульовано об'єкт і предмет дослідження, окреслено теоретичну базу, методологію дослідження, вказано наукову новизну отриманих результатів та їх практичне значення, відомості щодо апробації результатів дисертації та публікації автора.

У **першому розділі «Музична акустика. Поширення звукових хвиль в замкнутих приміщеннях»** викладено основні відомості з музичної акустики, психоакустики та основ звукозапису в концертних залах. Розділ містить три підрозділи.

У підрозділі 1.1. *Звукові хвилі. Особливості сприйняття звуку людиною* описано природу звукових коливань як механічних коливань, закони поширення звуку, а також особливості сприйняття звуку людиною. Звук – це коливальний рух частинок пружного середовища, що поширюється у вигляді хвиль. У вузькому значенні терміном звук називають коливання, які сприймаються сенсорною системою тварин і людини. У підрозділі описано основні характеристики звукових хвиль – частота, амплітуда, період коливань, довжина хвилі. Також звукова хвиля характеризується такими параметрами як *тиск*, який залежить від амплітуди коливання, та *швидкість*. Означено поняття тембру звуку та дифузного поля.

В реальних умовах звуковий сигнал є коливанням дуже складної форми, переважно неперіодичним, має широкий спектр частот, а за своїми спектральними характеристиками значно перевищує можливості слухового сприйняття людини.

У вузькому значенні терміном звук називають коливання, які сприймаються сенсорною системою тварин і людини. Проблемами сприйняття звуку людиною займається психоакустика. Відчуття, які викликають звукові хвилі в психіці людини прямо залежать від фізичних параметрів джерела звуку. Звукова хвиля, яка діє на слухові органи людини характеризується об'єктивними фізичними властивостями (параметрами), які можна виміряти за допомогою приладів. У свою чергу ця ж звукова хвиля викликає відчуття, які можна охарактеризувати як *суб'єктивні параметри*. До них належать *гучність, висота, тембр, локалізація в просторі, характер коливань* (мова, музика, шуми). Нелінійний взаємозв'язок між суб'єктивними відчуттями та об'єктивними параметрами описує психофізичний закон Вебера-Фехнера.

У дисертації також уведено поняття чутливості слуху та слухових порогів. Описані такі властивості слуху, як часова стала, адаптація, ефект маскування, бінауральність, чутливість до динамічних і фазових змін, визначення висоти звуку.

Підрозділ 1.2. *Акустика музичних інструментів*. Звукові хвилі генеруються пружними тілами, якими у випадку музичних інструментів є струни (хордофони), мембрани (мембрафони), стовпи повітря (аерофони), тіла інструментів (ідіофони). У підрозділі наведено класифікацію музичних інструментів за джерелом звуку (наведена вище), способом звуковидобування (струнно-смичкові та струнно-щипкові, клавішно-ударні та струнно-ударні, дерев'яні духові, мідні духові, клавішно-щипкові, ударні інструменти, електронні) та способом модуляції (переривання) повітряного потоку (лабіальні, тростинні та амбушурні). Описано їхні тембральні (спектральні) характеристики. Уведено також поняття частотного і динамічного діапазонів інструментів, напрямленості звучання інструментів, груп інструментів та оркестру з відповідними ілюстраціями.

Частотний діапазон симфонічного оркестру простягається від А2 – 27,5 Гц (контрафагот) до С5 – 4186 Гц (флейта-пікколо основний тон). Але за рахунок ударних інструментів, у спектрі частот яких багато високочастотних шумових складових, може розширюватись до 16–17 кГц. Таким чином, частотний діапазон симфонічного оркестру становить 30–16000 Гц.



Динамічний діапазон симфонічного оркестру утворюється із суми динамічних діапазонів груп інструментів. Повний динамічний діапазон симфонічного оркестру сягає близько 80 дБ. Для камерних оркестрів та ансамблів менших складів він може бути в межах 40–70 дБ.

Підрозділ 1.3 *Основи акустики концертних залів* присвячений законам і проблемам поширення звуку в замкнутих приміщеннях. Питаннями поширення звуку в закритих і відкритих середовищах займається архітектурна акустика.

Вплив замкнутого приміщення на звучання музики є досить великим, оскільки звукова хвиля піддається обробці так званим просторовим фільтром, який вносить свої корективи в часові структури, тембральні характеристики, звуковий баланс та просторові характеристики. Концертний зал та його повітряне середовище при допустимих рівнях звукового тиску можна вважати лінійною системою. При підвищенні рівня звуку та при зміні об'єктивних параметрів повітряного середовища починають проявлятися нелінійні властивості замкнутого приміщення, зокрема концертного залу.

У підрозділі описано процес формування звукового образу в замкнутому середовищі за рахунок таких явищ, як відбиття, затухання, дифракція, інтерференція звукових хвиль, поглинання звукової енергії. В цьому ж підрозділі дано визначення звукового і дифузного полів та описано три підходи для розрахунку їх структури та оцінки акустичних властивостей приміщень: статистичну, геометричну і хвильову теорії.

У другому розділі «**Особливості звучання оркестрів у Львівських концертних залах в живому виконанні та в записі**» охарактеризовано об'єктивні параметри акустики концертних залів, наведено їх значення для п'яти вибраних залів Львова, описано суб'єктивні критерії оцінювання звучання оркестрів наживо та в записі. Досить велика увага в цьому розділі присвячена проблемам і технікам звукозапису оркестрів у замкнутих приміщеннях. Розділ містить чотири підрозділи.

У підрозділі 2.1. *Об'єктивні параметри оцінки акустики концертних залів та характеристики вибраних залів Львова* здійснено загальний опис таких акустичних параметрів, як час реверберації (RT); час ранніх відбиттів (EDT); рівень басу (BR); відношення ранньої/ревербераційної енергії, усереднене в смугах 500, 1000 і 2000 Гц ( $C_{80(3)}$ ); два силових коефіцієнти ( $G_L$ ,  $G_M$ ), усереднені в смугах 125 і 250 Гц, і 500, 1000 і 2000 Гц; коефіцієнт внутрішньослухової крос-кореляції (IACC<sub>ЕЗ</sub>); час між приходом прямого сигналу та появою перших відбиттів (ITDG).

Також у цьому підрозділі подано відомості про п'ять вибраних для досліджень концертних залів Львова (концертний зал Львівської національної філармонії ім. С. Людкевича, концертний зал Львівського національного академічного театру опери та балету імені Соломії Крушельницької, зал Будинку органної та камерної музики, концертний зал Національного академічного українського драматичного театру імені Марії Заньковецької, великий зал Львівської національної музичної академії імені М. В. Лисенка), зокрема про: форму, геометричні розміри, будівельні матеріали, оздоблення та інтер'єр. Для кожного залу були проведені акустичні заміри та обчислені об'єктивні акустичні параметри, а їх значення були порівняні з рекомендованими.

Підрозділ 2.2. *Критерії суб'єктивної оцінки звучання оркестрів наживо та в записі.* Для повної характеристики якості звучання крім об'єктивних параметрів використовують ще суб'єктивне оцінювання за певними критеріями. Причому об'єктивні параметри та суб'єктивна оцінка корелюються між собою. Суб'єктивна оцінка акустики концертних залів вимагає вибору методу, критеріїв оцінки та встановлення їх зв'язку з об'єктивними параметрами. Для оцінки записів оркестрів використовують тільки суб'єктивне оцінювання.

Для оцінювання живого звучання та записів за суб'єктивними критеріями автором дисертації розроблена спеціальна *анкета*.

Для суб'єктивної оцінки акустики концертних залів та якості звучання в них оркестрів наживо пропонуються методи: 1) метод незалежного прослуховування і прийняття рішення групою експертів із заповненням анкет; 2) метод анкетування та інтерв'ювання.

Суб'єктивне оцінювання проводилось за такими критеріями: просторовість, просторова перспектива; ширина; тембр; чистота, прозорість, розбірливість; гучність, динамічний діапазон; близькість, присутність; текстура; звуковий баланс; підтримка, взаємодія (для музикантів оркестру); шумові перешкоди; загальне враження.

Для суб'єктивної оцінки звучання записів оркестрів в концертних залах пропонуються: 1) метод незалежного прослуховування і прийняття рішення групою експертів із заповненням анкет; 2) метод стереофонічного порівняння.

Серед критеріїв: просторове враження, стереофонічний ефект, прозорість, звуковий (музичний) баланс, тембр, перешкоди.

У підрозділі 2.3. *Особливості звукозапису в концертних залах* розглядаються різні типи мікрофонів, мікрофонних систем та їх діаграми напрямленості, питання просторової локалізації фантомних джерел звуку, аналізуються мікрофонні сесії для запису симфонічної та камерної музики. Важливою вимогою при запису оркестрів є правильно вибрані місця для встановлення мікрофонів.

Через розвиток технологій комп'ютерної обробки звуку з'явилися принципово нові підходи в моделюванні акустики замкнутих приміщень, визначенні їх параметрів та створенні моделей звукового образу. Загалом такі способи моделювання отримали назву «ауралізація» (*auralization*).

У **третьому розділі «Систематизація результатів проведених досліджень і рекомендації щодо корекції акустики та звукозапису»** представлено результати анкетування у вибраних залах Львова, порівняно архівні та сучасні записи, описано кореляцію суб'єктивної оцінки з об'єктивними акустичними параметрами, розроблено рекомендації щодо виконання і запису музики в цих приміщеннях.

У підрозділі 3.1. *Результати анкетування у вибраних залах Львова* результати досліджень звучання оркестрів проаналізовані та зображені за допомогою діаграм. Діаграми відображають результати опитування для живого виконання та записів.

Оцінювання живого виконання проводилось серед звукорежисерів, композиторів, диригентів, музикантів, музичних критиків та регулярних відвідувачів концертів і вистав. Для записів експертна оцінка проводилась за участю музикантів, композиторів, звукорежисерів, студентів музичної академії. Для кожного концертного залу результати опитувань зображено діаграмою.

Додаткове усне опитування любителів класичної музики (непрофесіоналів) показало меншу точність їх оцінок. Тому вони до уваги не брались.

У підрозділі 3.2. *Порівняння звучання творів та записів у вибраних залах* здійснено порівняння звучання однакових творів (А. Вівальді. «Чотири пори року», Ж. Бізе. Увертюра до опери «Кармен»), що виконувались у вибраних концертних залах Львова.

Для порівняння звучання записів оркестрів з архіву були відібрані зразки записів різних років. Робота з архівними записами Львівської телерадіокомпанії показала, що необхідним є більш глибоке вивчення та систематизація записів, особливо зроблених до 80-х років. Через обмежений термін дії носіїв вони потребують реставрації та перезапису на сучасні носії.

Щодо записів 90-х років можна відмітити покращення показників звучання, що пов'язано з появою цифрового запису. Нове тисячоліття ознаменувалось поступовим повним переходом на цифрову техніку. На жаль, через технічні умови ефірного мовлення записи для архіву Львівської телерадіокомпанії ведуться в монофонічному режимі. При прослуховуванні записів не формується відчуття просторового звукового образу. Звукова доріжка двоканальна, тобто псевдостереофонічна. Тому останні записи помітно поступаються якістю записам сучасних львівських рекордингових студій.

У підрозділі 3.3. *Кореляція суб'єктивної оцінки з об'єктивними акустичними параметрами* показані співвідношення, а також продемонстровано підтверджуваність суб'єктивної оцінки об'єктивними акустичними параметрами.

Наприклад, *просторовість* або просторове сприйняття визначається тим, як у слухача асоціюється сприйняття музичного образу з простором, де звучить музика; *обгортуваність* слухачем асоціюється із зануренням в ревербераційне звукове поле; *інтимність* (присутність, камерність, близькість) визначає для слухача віртуальний простір, в якому він слухає музику; *баланс* – це оцінка гучності окремих інструментів відносно гучності всього оркестру; *текстура* – параметр, який пов'язаний з суб'єктивним відчуттям перших дискретних відбиттів, різницею між приходами перших і подальших відбиттів і співвідношенням їх амплітуд.

У цьому підрозділі показана кореляція суб'єктивної оцінки з об'єктивними акустичними параметрами. Суб'єктивне оцінювання в комплексі з об'єктивними акустичними параметрами використовується для здійснення повної оцінки акустичних характеристик концертного залу.

У підрозділі 3.4. *Рекомендації щодо звукозапису і акустичної корекції* на основі отриманих суб'єктивних естетичних оцінок звучання оркестрів у львівських концертних залах подано рекомендації щодо врахування специфіки і відповідної корекції звукозаписів у цих залах, а також можливої конструктивної (акустичної) корекції самих залів.

У підпункті 3.4.1. *Концертний зал Львівської обласної філармонії* дається оцінка звучання оркестрів і рекомендації щодо звукозапису та акустичної корекції для цього залу.

Звучання класичної музики у виконанні симфонічних та камерних оркестрів у Львівській філармонії загалом відповідає стандартам звучання класичної музики, про що свідчать результати суб'єктивного оцінювання і

об'єктивні акустичні параметри. З метою покращення акустичних умов можна запропонувати монтаж висувних звукопоглинаючих панелей, акустичних розпорощувачів типу «шредер-дифузор», пересувних акустичних екранів.

Підпункт 3.4.2. *Зал Львівської опери*. Особливість звучання оркестру в залі опери полягає у тому, що оркестр зазвичай грає з оркестровою ями. Оркестр має, насамперед, акомпануючу функцію. Акустичні параметри регламентуються вимогами до театрів, де значна частина уваги приділяється розбірливості мови.

При багатомікрофонній сесії пару флангових мікрофонів доречно розташувати над оркестровою ямою. В основному звучання оркестрової музики у Львівській опері відповідає стандартам звучання класичної музики при розміщенні оркестру в оркестровій ямі, про що свідчать результати суб'єктивного оцінювання і об'єктивні акустичні параметри. Майже непомітний брак просторовості компенсується іншими показниками, що виводить звучання оркестрів у Львівській опері на перше місце, порівняно з іншими досліджуваними залами.

Підпункт 3.4.3. *Будинок органної та камерної музики*. Звучання оркестрової музики в цьому залі отримало неоднозначну суб'єктивну оцінку, яка підтвердилась об'єктивними акустичними параметрами. Наявність відносно великого часу реверберації значно вплинула на всі інші об'єктивні акустичні показники та відобразилась на суб'єктивному сприйнятті музичного матеріалу. Такий час реверберації добре підходить для звучання *органної музики*, але не завжди для симфонічної та камерної. Негативний вплив залу в деякій мірі можна компенсувати за рахунок багатомікрофонної сесії запису з використанням напрямлених мікрофонів.

Підпункт 3.4.4. *Зал театру імені Марії Заньковецької*. Характер звучання оркестру в цьому залі в деякій мірі подібний до звучання у Львівській опері з невеликою різницею в об'єктивних акустичних параметрах, складі оркестру та репертуарі. Хороші результати дають записи, зроблені за допомогою двомікрофонних стереосистем. При записі на сцені або в оркестровій ямі техніка мікрофонного прийому передбачає правильне місце встановлення мікрофонів та вибір стереопари для звукозапису.

Підпункт 3.3.5. *Великий зал Львівської національної музичної академії імені М. В. Лисенка*. Цей зал нагадує зменшений варіант залу Львівської філармонії. Для запису в цьому залі використовуються в основному декілька двомікрофонних стереосистем, які розміщують на певній відстані від джерела звуку, що дає змогу одразу записати весь музичний матеріал,

використовуючи акустику залу. При великих складах оркестрів слід застосувати багатомікрофонну сесію звукозапису.

У висновках підсумовано та узагальнено результати дослідження.

1. Сформульовано базові принципи акустики концертних залів. При звучанні оркестру в замкнутому приміщенні відбувається складний процес формування звукового поля за рахунок відбиття звукових хвиль від стін, стелі, підлоги, крісел тощо. При розрахунку структури звукових полів в закритих приміщеннях користуються трьома різними підходами, які ґрунтуються на статистичній, геометричній і хвильовій теоріях.

Статистичний метод є приблизним і використовується тільки для визначених частот і певних зон в приміщенні. Геометрична теорія бере за основу перші дискретні відбиття, які формують у слухача відчуття простору концертного залу тощо. Хвильові теорія розглядає приміщення як резонатор і є найбільш точним, хоча і найбільш трудомістким методом розрахунку звукових полів.

2. Визначено об'єктивні параметри оцінювання акустики концертних залів. На формування просторового звукового образу в процесі звучання оркестру в концертному залі безпосередньо впливають його акустичні властивості. Вони оцінюються за допомогою об'єктивних акустичних параметрів. Ці акустичні параметри прямо залежать від фізичних характеристик концертних залів.

3. Сформовано критерії суб'єктивної оцінки звучання оркестрів наживо і в записі та розроблено анкету для опитування експертів. До критеріїв належать: просторове враження, стереофонічний ефект, прозорість, звуковий баланс, тембр, перешкоди. Для опитування за суб'єктивними критеріями розроблена анкета для живого виконання оркестрів та їх записів.

Суб'єктивна оцінка разом з об'єктивними параметрами дають повну характеристику звучання оркестру в концертному залі.

4. Окреслено особливості звукозапису в концертних залах. Розглянуто різні типи мікрофонів та мікрофонних систем та обґрунтовано вибір тієї чи іншої системи для конкретної сесії звукозапису. Місця для встановлення мікрофонів припадають на точки, де баланс оркестру найкращий. Переважно вони не співпадають з найкращими місцями для слухачів, а повинні бути правильно вибрані звукорежисером.

5. Проведено оцінювання звучання оркестрів у львівських концертних залах в живому виконанні та в записі. Вибрано 5 концертних залів. Оцінка живого виконання проводилось серед звукорежисерів, композиторів, диригентів, музикантів, музичних критиків та регулярних відвідувачів концертів

та вистав. Для записів експертна оцінка проводилась за участю музикантів, композиторів, звукорежисерів, студентів музичної академії. Для кожного концертного залу результати опитувань зображено діаграмами.

Естетична оцінка звучання музики базується на суб'єктивному сприйнятті музичного матеріалу людиною на відміну від об'єктивних акустичних параметрів, які характеризують акустичні властивості замкнутого середовища. Суб'єктивне оцінювання звучання оркестрів показує, що критерії оцінки перебувають в тісному взаємозв'язку між собою. Для сучасних концертних залів хороше звучання музики повинне забезпечуватись виконанням всіх суб'єктивних критеріїв.

6. Порівняно результати суб'єктивної естетичної оцінки з об'єктивними акустичними характеристиками. Суб'єктивне оцінювання акустичної якості концертних залів в основному підтверджується об'єктивними акустичними параметрами, тому його застосування можна вважати виправданим. Особливо точне підтвердження воно отримало серед фахівців. Усне опитування, проведене серед любителів-непрофесіоналів симфонічної музики, показало однобічність їх оцінок. Вони варіюються в межах «добре» і «відмінно», тому є менш точними.

Оскільки суб'єктивне сприйняття музичного матеріалу тісно пов'язане з об'єктивними акустичними характеристиками були встановлені кореляції між суб'єктивними критеріями оцінки та об'єктивними параметрами залів. Оцінка звучання оркестрів фахівцями в більшості випадків відповідає реальним акустичним умовам.

7. За результатами отриманої естетичної оцінки подано рекомендації щодо корекції акустики вибраних залів та процесу звукозапису в них. Зокрема:

- запропоновано використання звукопоглинаючих панелей, акустичних розпорощувачів, роздільних щитів для покращення умов прослуховування, виконання та запису музики;
- розроблені рекомендації щодо використання мікрофонних сесій для досягнення високих результатів при звукозапису;
- встановлено, що найкращі результати отримано при використанні багатомікрофонної сесії звукозапису.

Проведені дослідження продемонстрували велику відмінність у живому звучанні оркестру в різних залах та відмінності у способах звукозапису. Здобуті результати допоможуть у проведенні корекції акустики концертних залів та проведенні сесій звукозапису.

## Список опублікованих праць за темою дисертації

1. Войтович О. Критерії оцінювання звучання оркестру в концертних залах. *Українська музика: Науковий часопис ЛНМА ім. М. В. Лисенка*. Львів, 2018. Ч. 3(29). С. 94–98.
2. Войтович О. Критерії оцінки художньої якості звукового матеріалу в епоху цифрових технологій. *Українська культура: минуле, сучасне, шляхи розвитку* : наукові записки Рівненського державного гуманітарного університету. Рівне, 2015. Вип. 21. С. 194–197.
3. Войтович О. Об'єктивні параметри та їх суб'єктивні кореляти в оцінці акустики концертних залів. *Наукові збірки Львівської національної музичної академії імені М. В. Лисенка*. Львів, 2015. Вип. 36: Музикознавчі студії. С. 213–226.
4. Войтович О. Формування тембру оркестрів у концертних залах. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка*. Серія: Мистецтвознавство. Тернопіль, 2016. Вип. 35. С. 97–102.
5. Voitovich A. Subjective Assessment of the Sound of Orchestras (on the example of the Concert Hall of the Lviv Philharmonic named after S. Lyudkevich). *Austrian Journal of Humanities and Social Sciences*. 2017. Vol. 5–6. P. 15–24.

## АНОТАЦІЯ

**Войтович О. О. Естетично-акустичні параметри оркестрового звучання (на прикладі концертних залів Львова)** – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата мистецтвознавства за спеціальністю 17.00.03 – музичне мистецтво. – Львівська національна музична академія імені М. В. Лисенка, Міністерство культури України. – Львів, 2018.

Дисертація присвячена способам та методам естетично-акустичного оцінювання звучання оркестрів в концертних залах наживо та в записі. Результати суб'єктивного оцінювання, виконаного згідно критеріїв встановленого зразка, порівнюються з об'єктивними акустичними параметрами відповідних залів.

У дисертації викладено базові поняття музичної акустики, акустики музичних інструментів концертних залів та психоакустики. Визначено такі



об'єктивні параметри оцінювання акустики концертних залів, як час реверберації (RT), час ранніх відбиттів (EDT), рівень басу (BR), відношення ранньої/ревербераційної енергії, силові коефіцієнти ( $G_L$ ,  $G_M$ ), коефіцієнт внутрішньослухової крос-кореляції (IACC<sub>E3</sub>), час між приходом прямого сигналу та появою перших відбиттів (ITDG). Проведено виміри об'єктивних акустичних параметрів п'яти концертних залів Львова (Львівської національної філармонії, Львівської національної опери, Будинку органної та камерної музики, Театру імені Марії Заньковецької, Великого залу Львівської національної музичної академії імені М. В. Лисенка).

Сформульовано критерії суб'єктивної оцінки звучання оркестрів живо і в записі та розроблено анкету для опитування експертів. Проведено комплексне оцінювання звучання оркестрів у львівських концертних залах в живому виконанні та в записі, при якому результати суб'єктивного оцінювання скорельовано з об'єктивними акустичними параметрами. За результатами отриманої естетичної оцінки подано рекомендації щодо корекції акустики вибраних залів та процесу звукозапису в них.

**Ключові слова:** звукова хвиля, об'єктивні параметри, суб'єктивна оцінка, критерії оцінювання, акустика концертних залів, звукове поле, звукозапис, акустична корекція, кореляція, концертний зал, оркестр.

## ANNOTATION

**Voitovich O. O. Aesthetic and acoustic parameters of orchestral sound (on the example of concert halls of Lviv)** – Qualifying scientific work as a copyrighted manuscript.

Thesis for Candidate degree in Art Studies on specialty 17.00.03 – Musical Art. – The Mykola Lysenko Lviv National Music Academy, Ministry of Culture of Ukraine. – Lviv, 2018.

The dissertation is devoted to modes and methods of evaluating the sound of orchestras in concert halls in live and in the recording performed by subjective evaluation of the musical material using the criteria of the established sample. Set out the basic concepts of musical acoustics and the laws of the spreading of sound waves in enclosed spaces. The basic laws of psychoacoustics, acoustics of musical instruments are described. The basic principles of acoustics of concert halls are formulated and the objective acoustic parameters that characterize them are determined. In the results of many years of research it was found that only objective parameters are not enough to characterize the acoustic properties of

concert halls. In order to fully assess the acoustics of the hall, a subjective assessment is used according to the criteria of the established sample. The halls in which research will be conducted (performance, listening and recording of music) are determined. The choice of objective parameters for assessing the acoustics of concert halls is based on the generalization of previous experience in the selection of objective parameters for assessing the physical qualitative indices of concert halls where it is suggested to stay on the following parameters: monaural (not related to spatial localization of sound) and binaural (associated with spatial localization of sound). The criteria for evaluating the sound were formulated, with the help of which an expert evaluation of the sound of orchestras was performed live and in the records. For the live sound of orchestras and the recording was developed the questionnaire. Objective parameters and subjective evaluation are related, that is, correlated. For comparison and confirmation of the obtained results correlations between subjective criteria and objective acoustic parameters were established. To evaluate the records of orchestras, only a subjective assessment is also used with the criteria of the established sample. A subjective assessment of the sound of orchestras was conducted in the Lviv concert halls in the live performance and recording. This aesthetic assessment of the orchestra's sound live and in the recordings and the corresponding recommendations for correction of acoustics and recording of music is given. Comparison of records from the archive of television and radio with modern and analyzed difference in sound.

**Key words:** sound wave, objective parameters, subjective assessment, evaluation criteria, concert hall's acoustics, sound field, sound record, acoustic correction, correlation, concert hall, orchestra.

Підписано до друку 20.12.2018.  
Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 0,93.  
Наклад 100 прим. Зам. № 108.

Видавець і виготовлювач – ФОП Тетюк Т. В.  
Свідоцтво серія ЛВ № 80 від 11.09.2013 р.  
м. Львів, пр. Червоної Калини, 115  
тел.: (097) 178-8488