

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. В даній роботі досліджується природа акустики оперних театрів, акустично-технічні можливості оперних театрів і поряд з тим фізіологічні засади існування природи оперного співака. Історично театри розвивалися від побудованих амфітеатрів, малих придворних театрів до побудови державних оперних театрів, великої французької опери, вагнерівського оперного театру.

Другим аспектом дослідження є питання формування фізіологічних процесів людського голосу, які б відповідали застосуванню відповідних критеріїв в акустичних умовах оперних театрів. Оперний спів в контексті свого історичного розвитку набув конкретних професійних критеріїв, основними з яких є: гучність, польотність, яскравість, вібрато, тембр. Питання виховання цих якостей і використання їх лежить у площині вокальної педагогіки.

Існує проблематика входження в сучасне оперне виконавство голосів без наявності цих критеріїв, які компенсують ці якості за допомогою технічних досягнень звукорежисури, як галузі музичного мистецтва, що активно впроваджується у виконавський процес сучасної опери.

Відсутність вокальної школи найбільше проявила себе в 20 столітті. З появою мікрофонів планка якісного оперного виконавства знизилася надзвичайно. Сьогодні нам пропонує голоси з безліччю вокальних дефектів. У сучасній публіки відсутні орієнтири - критерії щодо професійних якостей оперних голосів.

Актуальним на сьогодні є дослідження питання технічного підсилення голосів під час оперних вистав, яке має свою історію виникнення та специфіку реалізацій. Також в даній роботі досліджується процес взаємодії та взаємовпливу мистецтва звукорежисури і оперного мистецтва.

Об'єкт дослідження – звукорежисура в оперному мистецтві.

Предмет дослідження – мистецькі практики звукорежисерів та оперних співаків.

Мета дослідження – дослідивши специфіку виховання оперного співака та функціонування мистецтва звукорежисури в оперному театрі, виявити можливості розвитку та взаємовплив оперного мистецтва та звукорежисури.

Відповідно до мети в роботі поставлені такі **задачі**:

- аналіз історичного розвитку оперного вокального мистецтва;
- визначити принципи фізіологічного становлення та критерії оцінки класичних оперних голосів;
- проаналізувати історичний розвиток акустичних особливостей оперного театру, оперного оркестру;
- вивчити шлях історичного розвитку мистецтва звукорежисури в оперному мистецтві;
- проаналізувати вплив використання звукопідсилення в роботі оперного театру;
- окреслити ідейно-тематичні та художньо-естетичні можливості розвитку поєднання оперного мистецтва і звукорежисури.

Методологічну основу дослідження становлять теоретичні та практичні знання з методики викладання оперного співу, театрознавства, мистецтвознавства та культурології, з особливостей театрального оперного мистецтва, синтезу оперного театру з мистецтвом звукорежисури.

Методи дослідження. Для досягнення мети дослідження та повноцінного вирішення поставлених задач використовувалися такі методи як: порівняльний – для аналізу та зіставлення окремих періодів у розвитку оперного вокального мистецтва, мистецтва звукорежисури; історичний метод - перевірка можливості використання тих або інших театральних прийомів у

досліджуваний період; метод театрознавчої реконструкції; наукового аналізу; об'єктивно-історичний – для визначення шляхів розвитку сучасного оперного мистецтва та звукорежисури; метод узагальнення – використовувався при написанні висновку проведеного дослідження.

Дослідження творчого доробку українських режисерів ґрунтуються на вивченні статистичної інформації та порівнянні їхньої роботи. При аналізі процесів зародження і трансформації сучасних форм української театральної режисури у концепції сучасного мистецтва використовувався соціологічний підхід.

Теоретичну основу становлять: архівні матеріали, публікації галузевих і періодичних видань, інтернет-джерела, наукові праці з оперного мистецтва, методики викладання сольного співу, мистецтва звукорежисури, культурології, театрознавства, мистецтвознавства, відеозаписи, аудіозаписи, архіви та музичні бібліотеки театрів України, лекції та практичні заняття професорсько-викладацького складу кафедри академічного та естрадного вокалу та звукорежисури НАКККіМ.

До джерельної бази увійшли рецензії, огляди вистав та записів, наукові праці, результати спостережень та власний емпіричний досвід в оперному театрі, спілкування із українськими театральними звукорежисерами.

Наукова новизна результатів дослідження полягає у:

- розкритті проблем розвитку класичного оперного мистецтва від початку ХХ століття до наших днів;
- здійсненні системного розбору тенденцій розвитку взаємовпливів мистецтва звукорежисури та оперного мистецтва;
- виявленні професійної спрямованості та художньо-естетичного спрямування творчості оперних співаків і театральних звукорежисерів;

Хронологічні межі кваліфікаційної роботи – **XX** - ХХІ століття.

Теоретичне та практичне значення результатів кваліфікаційної роботи полягає у можливості використання досліджених питань у процесі підготовки звукорежисерів та оперних співаків, викладачів сольного співу, звукорежисури. Основні положення кваліфікаційної роботи можуть використовуватися для подальшого розгорнутого наукового дослідження. Матеріали, подані в дослідженні, можуть бути використані для викладання лекцій у музичних академіях, спеціалізованих вокальних кафедрах та кафедрах звукорежисури, а також можуть практично використовуватися у підготовці оперних театральних вистав, заходів.

Апробація результатів дослідження відбувалась на Міжнародній науково-практичній конференції «Діяльність продюсера в культурно-мистецькому просторі XXI століття: творчі діалоги», проведеної кафедрою режисури 5-6 грудня 2019 року в НІБУ (автор і куратор проєкту – проф. Садовенко С.М.).

РОЗДІЛ 1

ОПЕРНЕ МИСТЕЦТВО У СВІТЛІ ЗВУКОТВОРЕННЯ

1.1 Архітектура амфітеатру як мистецтво формування акустики, специфіка оперної архітектури, категорії та різновиди оперних театрів.

Людина має здатність визначати напрямок звуків, що приходять. Органи слуху, сприймаючи звукові коливання джерел звуку, розташованих праворуч і ліворуч слухача, розрізняють їх і по амплітуді, і по фазі. При цьому фазові зрушення звукових хвиль, що приходять, залежать від відстаней між джерелом звуку і лівим, і правим вухом. Відмінність по амплітуді звукових тисків обумовлено тим, що голова має певну екрануючу дію, особливо помітне для звукових хвиль, порівнянних за довжиною хвилі з її розмірами (тобто на найвищих частотах звукового діапазону). Обидва ці явища сприймаються людиною і є інформацією про місце джерела звуку в просторі. Здатність людини визначати місце розташування (локалізацію) джерела звуку, тобто відчувати напрямок приходу звукових хвиль, називається *бінауральним ефектом*, завдяки чому стає можливим просторове слухове відчуття. Особливість сприйняття звуків, що випромінюються джерелами, розташованими в різних точках простору, не обмежується відчуттям локалізації цих джерел. Дуже важливо ще й те, що завдяки локалізації, навіть при одночасному звучанні кількох джерел, людина отримує можливість іноді абсолютно несвідомо перемикаати увагу на звук, що приходить по одному якомусь напрямку, і чисто психологічно виділяти його на тлі інших. Цей ефект, що покращує помітність окремих компонентів звучання, наприклад, музичних інструментів в ансамблі, і зменшує, таким чином, їх взаємне маскування, часто називають бінауральним демаскуванням.

Архітектурна акустика, акустика приміщень - область акустики, що вивчає поширення звукових хвиль у приміщенні, відображення та поглинання їх поверхнями, вплив відбитих хвиль на чутність мови та музики.

У закритих приміщеннях більш менш значного обсягу слухач сприймає, крім прямого звуку, ще й ряд його запізнювальних повторень, обумовлених відображеннями від обмежуючих поверхонь і швидко наступаючих один за одним. Внаслідок поглинання звукової енергії при кожному відображенні та в процесі її поширення ці повторення послаблюються тим сильніше, чим більше їх запізнення щодо прямого звуку. Після вимкнення джерела звуку кількість відбитої енергії у приміщенні зменшується до того часу, поки вона не буде поглинена; це поступове згасання звуку називається реверберацією. Тривалість реверберації є найважливішим фактором, що визначає акустичну якість залів. При надмірно повільному згасанні звучання мови та музики виявляється недостатньо чітким, при короткій реверберації мова звучить надто глухо, а музичні звучання втрачають злитість та виразність. Навіть за оптимальної реверберації на акустичну оцінку зали впливають розподіли ранніх відбитків звукових хвиль, більш інтенсивних відбитків, і навіть напрями, якими вони досягають слухача.

Тому акустичне проектування концертних залів (вибір форми, розміщення слухачів, обробка обмежуючих поверхонь, що розсіюють і поглинають конструкціями, застосування підвісних відбивачів і т.д.) нерідко потребує компромісних рішень. У залах великої місткості умови чутності можуть бути покращені застосуванням електроакустичних систем посилення та штучної реверберації.

Сучасна архітектурна акустика веде початок від робіт американського вченого У.Себіна, який показав в останньому десятилітті 19 ст, що в замкненому приміщенні послідовні багаторазові і при цьому поступово слабшаючі відображення зливаються в плавно загасаючий гул, що

супроводжує кожен випромінюваний звук (т.з. реверберація), причому згасання є суттєвим показником умов чутності. Приклади застосування акустичних знань у будівництві знаходять у відкритих театрах Стародавньої Греції та Риму.

Найбільшим з давньогрецьких театрів, що збереглися, є Епідаврос на півострові Пелопоннесі недалеко від маленького міста Лігуріона. Театр містив понад 15000 глядачів. Нині у ньому щороку проводяться фестивалі за участю грецьких та зарубіжних артистів та музикантів.

Дослідники вважають, що чудова акустика, якою славиться Епідаврос, обумовлена його кам'яними сидіннями для глядачів. Їх форма та розташування ідеально фільтрують низькочастотний шум.

Вже в 1 столітті до н.е. римський архітектор Вітрувіус захоплювався тим, як стародавні греки розташували місця в Епідавросі відповідно до науки про гармонію, щоб зробити голоси акторів яснішими. Навіть найслабший шепіт на сцені театру чудово чути в останніх лавах театру на відстані 60 метрів.

Сучасні дослідження доводять, що стародавні театри ідеально відповідали сучасним принципам дизайну, які забезпечують чудову чутність.

Обчислення показують, що сходове розташування місць театру працювало як звуковий фільтр, і їх форма ідеальна для придушення звуків низької частоти, що є головною складовою шуму. Розташування місць фільтрує звуки частотою нижче 500 гертц, такі як бурмотіння глядачів та шелест листя.

Послаблення низьких частот дає змогу краще чути голоси артистів.

Вчені також заявляють, що висновки, зроблені для театру Епідаврос, допоможуть при проектуванні сучасних стадіонів.

Здаються фантастичними свідчення істориків про місткість давніх грецьких та римських театрів, що обслуговуються природною звучністю голосів акторів. Так, театр Помпея містив 17800 чоловік, театр Марцелла у

Римі – 20 тис. людей. Якщо навіть ці дані сильно перебільшені (за сучасними оцінками, названі театри вміщували відповідно 5 та 7 тис. осіб), то здається дивом, що у цих гігантських театрах досягали задовільної звучності на місцях для слухачів.

Римський поет, філософ, вчений Лукрецій Кар (99-55 рр. до н. е.) у трактаті "Про природу речей" висловив тодішні уявлення про акустику, у тому числі про акустику приміщень. Вітрувій у "Десяти книгах про архітектуру" узагальнив досвід античних архітекторів та сформулював ряд положень, які є геніальним передбаченням та використовуються при будівництві сучасних театрів. Наші далекі предки мали ясне уявлення про роль прямого звуку, небезпеку пізніх відображень, здатних викликати ехо, і про "порушення будови звукових хвиль", спричинених відображенням звуків від перешкод.

Знання акустичних явищ у приміщеннях знаходило часом найнезвичайніше застосування. До наших днів дійшли так звані "шепотні галереї" Стародавнього Риму та Китаю. У них, завдяки вміло розставленим і особливим чином орієнтованим поверхням стін, що відбивають, тихі звуки поширювалися на великі відстані, і люди, віддалені один від одного на десятки метрів, могли спілкуватися, не напружуючи голоси.

Античні знання про акустику приміщень знайшли практичне застосування при спорудженні культових будівель раннього та пізнього середньовіччя. У католицьких храмах створювалося враження музики, що ллється з неба. Це не випадкова знахідка будівельників, а свідоме використання спеціальних архітектурних форм та продумане розташування духового органу та хору.

У 18 та на початку 19 ст. увагу стали приділяти спорудженню концертних та театральних залів. Розвивалося синтетичне музичне мистецтво – опера. Розумним вибором геометричної форми, розмірів, продуманим

розміщенням звукопоглинальних матеріалів у цих залах створювали добрі умови для слухачів та виконавців – співаків, музикантів.

У 19 ст. з не цілком чітких уявлень античного світу стали викристалізовуватись точні знання. Ейлер, Лагранж, Фур'є, Стокс, Юнг, Гельмгольц, Дж.Стретт (останній найвідоміший під ім'ям лорда Релея, точніше Рейлі) створили акустику як науку. Наприкінці 19 та на початку 20 ст. У. Себін (Wallis Sabine) виконав експерименти, що започаткували теорію архітектурної акустики, виявив кількісні зв'язки між геометричними параметрами приміщень та їх акустичними характеристиками. Його роботи було продовжено іншими.

Ейрінг, Хант, Беранек, Ма Да-ю, Кнудсен, Майєр, Ватсон створили значний теоретичний фундамент сучасної акустики приміщень. Помітний внесок у архітектурну акустику зробили вітчизняні вчені: І.І. Андреев, І.Г. Дрейзен, О.М. Качерович, С.Я. Ліфшиц, А.В. Рабінович, С.М. Ржевкін, М.А. Чобітків, В.В. Фурдусєв та інші.

У.Себін розглядав акустичні процеси у приміщенні після виключення джерела звуку як запізнення багаторазово відбитих хвиль та його поступове ослаблення внаслідок поглинання енергії хвиль перешкодами. Вихідною причиною цього є енергія, повідомлена приміщенню джерелом звуку. К.Schuster та E.Waetzmann визнали трактування статистичної теорії незадовільним. Після припинення дії джерела звуку процес загасання відбувається не під впливом вимушених коливань, а як результат загасання власних (резонансних) коливань, збуджених джерелом звуку, та з частотами, що визначаються формою та розмірами приміщення. Така теорія, названа хвильовою, була фундаментально розвинена Болтом, Морзом, Дрейзенем, Фурдусєвим та іншими. Слід зазначити, що Дж.Стретт (лорд Релей), посилаючись на математичне рішення, дане Дюамелем, вважав за можливе аналізувати акустику приміщень з позицій хвильової теорії.

До початку 20 ст, тобто до робіт У.Себіна, головну увагу в акустиці приміщень приділяли аналізу напрямків шляхів поширення потоків звукової енергії в приміщенні - прямого і відбитого від перешкод, тобто розгляду геометричної (променевої) картини. Геометрична теорія - найдавніша. Вона успішно застосовується і в наш час, особливо під час проектування залів великої місткості. Геометрична теорія набула розвитку на роботах І.Дрейзена, О.Качеровича, Л.Контюрі. С.Ліфшиця. Є.Скучика та інших.

Акустичні випробування приміщень засновані на електричних вимірах звукового сигналу, що приймається в приміщенні мікрофоном, і полягають у визначенні рівномірності розподілу звуку у просторі та дослідженні загасання відлуння у часі. Поряд із випробуваннями залів у натурі все більшого поширення знаходять випробування малих моделей, що дозволяє своєчасно уникнути помилок при проектуванні нових залів і знаходити способи виправлення дефектів, що вже існують.

Управління акустичними умовами в приміщенні здійснюється шляхом установки щитів, що відображають, і регулювання кількості звукопоглинаючих матеріалів, що розміщуються на поверхнях. Теорія звукопоглинання та методи його вимірювання також відносяться до досліджень акустики. Все більше поширюється застосування електроакустичної апаратури для звукопідсилення та створення штучної реверберації. Електроакустичними способами імітації відгону приміщення користуються також у лабораторній практиці.

Акустичні властивості приміщення істотно впливають на характер звучання музики, що виконується, і мови. У приміщеннях акустичне поле формується не тільки прямою хвилею, що йде від виконавця по найкоротшому шляху, а й після відображення від стін, стелі, підлоги та предметів, що знаходяться в приміщенні. При кожному новому відображенні частина енергії звукової хвилі поглинається перешкодами, а частина у вигляді частих і спадних за величиною повторень впливає на слух, накладаючись на

основний (прямий) звук і надаючи йому звичну для слухачів протяжність і забарвлення.

Інтегральним показником, що впливає на якість залу для глядачів, є акустичний благоустрій, тобто, сукупність закладених у проектне рішення заходів, конструктивних рішень, параметрів, що призводять до необхідних комфортних характеристик концертної дії. Акустичного благоустрою не можна досягти без ретельної спільної роботи акустика та архітектора на всіх стадіях роботи над проектом. Спільне проектування допоможе уникнути багатьох помилок, що призводять до акустичних дефектів, виправлення яких або вимагатиме великих додаткових витрат, або виявиться зовсім неможливим.

Усі сучасні зали з акустичної побудови поділяються на 3 групи:

- Зали із природною акустикою, де глядачі слухають звучання голосу чи інструменту безпосередньо, а якість звучання залежить лише від акустичних властивостей приміщення. Місткість таких залів має бути не більше 3000 осіб;
- Зали зі змішаною акустикою, де суміщені безпосереднє звучання і звучання з допомогою системи звукоусилення. Місткість таких залів може досягати 4500 осіб;
- Зали зі штучною акустикою. Тут звучання забезпечується лише за допомогою звуковідтворювальної апаратури. Місткість таких залів не обмежена і може досягати 10 – 15 тис. чол.

Для акустичних концертів найбільш прийнятні зали 1-ї групи, оскільки більшість музичних програм значно краще звучить за умов природної акустики, лише номери естрадних концертів заздалегідь розраховані на звукопідсилення. Тому естрадні багатожанрові концертні зали обладнують системою звукопідсилення. До акустичних властивостей таких залів пред'являються у принципі ті самі вимоги, як і до залів з природною акустикою. Реалізація системи звукопідсилення в залах 3-ї групи також

залежить від їхнього архітектурного рішення, і може бути утруднене через погані акустичні властивості цих приміщень. Слід враховувати, що акустичні якості приміщень, призначених для передачі мови і приміщень, призначених для передачі музики, різні. Об'єктивною оцінкою мовного приміщення є розбірливість, яка може бути виражена відсотковою артикуляцією. Оцінки якості музичних приміщень перестали бути суто фізичною проблемою, оскільки пов'язані з індивідуальними естетичними вимогами слухачів. Тут багато залежить від музичного смаку та розташування слухачів, якості виконання, звички до певного приміщення.

Так, для музикантів існують такі суб'єктивні характеристики зали, як «тяжкість» або «легкість» звучання оркестру. Однак існують загальні вимоги до акустики концертних залів та архітектурно-будівельних характеристик, від яких залежить акустичний благоустрій.

Гарною акустичною якістю характеризуються приміщення, де виконані такі основні вимоги: всі місця слухачів забезпечені прямою звуковою енергією, а також енергією ранніх відбитків; у приміщенні створено дифузне звукове поле, що виключає виникнення луни, концентрацію звуку та інші небажані явища; час реверберації зали, заповненої слухачами, відповідає величині та призначенню приміщення; сторонні шуми зведені до мінімуму.

Потрібного співвідношення у розподілі прямої та відбитої звукової енергії, а також створення дифузного звукового поля, що виключає небажані явища, добиваються у залі шляхом: правильного вибору обсягу залу та його місткості; взаємного розміщення місць для слухачів та сценічного майданчика; форми залу в плані та розрізі; розмірів, профілю та розташуванню відбивних поверхонь та окремих архітектурних елементів; характеру та кількості звукопоглинаючого матеріалу та його розміщення.

Одним із критеріїв оцінювання музичного театру є оцінка якості звучання музики. У оперних театрах поруч із об'єктивними параметрами

істотну роль грають суб'єктивні характеристики. У залі оперного театру необхідно забезпечувати належну якість звучання інструментальної та вокальної музики, так само необхідно підтримувати хорошу розбірливість.

Основою для оцінки акустичних властивостей оперних залів є такі об'єктивні параметри, як час реверберації, структура резонансних частот, час та напрямки приходу ранніх відображень та ін. геометричної та хвильової, і за допомогою комп'ютерних програм, наприклад таких як ODEON. EASERA. Аутога. B&K Dirac та ін. вдається отримати наступний комплекс об'єктивних параметрів для розрахунку звукового поля у приміщенні [1]-[5]:

- структуру ранніх та пізніх відбивань;
- спектр власних частот;
- розподіл амплітуд та фаз звукового тиску;
- коефіцієнт ясності C (Clarity) - відношення енергії прямого звуку та ранніх відображень до енергії пізніх відображень;
- часовий інтервал між приходом прямого звуку та першого відображення ITDG (Internal Time Difference Gap);
- час реверберації RT (Reverberation Time) – час, протягом якого рівень звукового тиску падає на 60 дБ;
- час раннього згасання EDT (Early Decay Time) – час, протягом якого рівень звукового тиску падає на 10 дБ. помножене на 6, для порівняння з часом реверберації (RT);
- коефіцієнт сили звуку G (Strenght) – відношення рівня звукового тиску, виміряного на певній відстані від джерела в досліджуваному приміщенні, до рівня звукового тиску від того джерела, виміряному на відстані 10 м в заглушеній камері;
- частка бічної енергії LF (Lateral Fraction) – відношення енергії, записаної двонаправленим мікрофоном (характеристика спрямованості –

вісімка). орієнтованим у напрямку бічних стін до енергії, записаної ненаправленим мікрофоном;

- сила бічного звуку LG (Lateral Strenght) - відношення рівня бічного звукового тиску, виміряного за допомогою мікрофона з характеристикою спрямованості у вигляді вісімки до рівня звукового тиску від джерела на відстані 10 м у заглушеній камері;

- коефіцієнт внутрішньослухової крос-кореляції IACC (Inter Aural Cross Correlation) – коефіцієнт кореляції між звуковими сигналами, що надходять на ліве та праве вухо. Визначає міру подібності сигналів. Він характеризує ступінь відмінності звукових сигналів у двох вухах як за часом їхнього приходу, так і за амплітудою;

- коефіцієнт часу реверберації на низьких частотах (Bass RT ratio) - відношення суми значень часу реверберації на частотах 250 Гц та 500 Гц до суми значень часу реверберації на частотах 500 Гц та 1000 Гц;

- ранній рівень низьких частот (Early Bass Level) – відношення рівня звукового тиску у перші 50 мс у частотному діапазоні 125-500 Гц. виміряне в залі, що оцінюється, до рівня звукового тиску того ж сигналу, не обмеженого за тривалістю, виміряного в заглушеній камері;

- коефіцієнт високих частот (Treble Ratio), який визначається як відношення енергії пізнього високочастотного звуку (після 80 мс. 4 кГц) до енергії пізнього середньочастотного звуку (1-2 кГц);

- коефіцієнт девіації рівня (Deviation of Level. DL) - ступінь відхилення значення рівня звукового тиску на різних частотах від середнього в діапазоні 7.5 октав (63-12500 Гц).

З даних проведених досліджень Л.Беранеком, М.Лонгом, І.Андо, І.Анертом, В.Фурдуєвим, Л.Макриненко та ін., можна дійти невтішного висновку, що оптимальний час реверберації для опери змінюється не більше від 1.2 до 1.9 сек. У роботах Л. Беранека показано, що час реверберації на середніх частотах заповненого залу класичної опери становить 1.5 с., для

опер Вагнера - 1.7 с., М. Лонг вважає, що час реверберації в оперному театрі має становити від 1,2 до 1,5 с.

Аналіз роботи Л. Беранека [6] дозволив отримати таблицю основних об'єктивних параметрів досліджуваних ним залів оперних театрів.

Об'єктивний параметр	Межі варіювання значень
Часовий інтервал між приходом прямого звуку та першого відображення (ITDG). Мс	15-41
Час раннього згасання (EDT). с	1.05-1.9
Коефіцієнт сили звуку на середній частоті (Gm). дБ	-0.3-6.0
Коефіцієнт сили звуку на 125 Гц (G125). дБ	1.3-2.9
Коефіцієнт ясності (C80). дБ	-0.4-4.6
Бінауральний коефіцієнт міжвушної крос-кореляції (1 - IACCE3)	0.39-0.72

Як приклад можна навести об'єктивні параметри оперного залу театру Ла Скала у Мілані: час реверберації на середніх частотах складає 1,24 с, часовий інтервал між приходом прямого звуку та першого відображення (ITDG) дорівнює 20 мс, час раннього згасання (EDT) 1,14 с, коефіцієнт сили звуку на 125 Гц (G125) дорівнює 1,4 дБ, коефіцієнт ясності (C80) 3,6 дБ, бінауральний коефіцієнт міжвушної крос-кореляції (1 - IACCE3) становить 0,48.

З цих досліджень, а також робіт інших авторів [11]-[17], можна отримати наступні рекомендації: середній час прибуття перших відображень знаходиться в межах 20-24 мс. Для забезпечення теплоти звуку рекомендується підйом частотної характеристики часу реверберації приблизно на 20% на частоті 125 Гц. Допустиме віддалення глядачів від сцени до 35 м. Глибина балконів не повинна перевищувати 3м для вільного

попадання в підбалконний простір прямої звукової енергії та відображень. Обсяг залу, що припадає на одне місце має становити 6–7м³. Місткість оперного залу варіюється від 1500 до 3816 місць. Об'єм - від 7000 до 25 000м³.

Як приклади, можна навести зведену таблицю параметрів класичних оперних театрів:

Назва, місцезнаходження	Рік побудови	Об'єм зала, м ³	Кількість місць	Об'єм на одне місце, м ³	Час реверберації на середніх частотах, с
Театр Ла Скала, Мілан	1778	11252	2289	4,9	1,24
Большой театр, Москва	1856	12000	2130	5,6	1,35
Театр Ковент-Гарден, Лондон	1858	12240	2209	5,54	1,1
Оперний театр, Одеса	1887	9000	1728	5,2	1,1
Національна опера, Париж	1875	9960	2131	4,67	1,18
Оперний театр, Відень	1869/1959 (реконструкція)	10665	1709	6,2	1,36
Театр Колон, Буенос-Айрес	1908	20570	2487	8,27	1,56
Метрополітен-Опера, Нью-Йорк	1883	24724	3816	6,47	1,47

Аналіз вищевказаних об'єктивних параметрів звукового поля в приміщенні показав [1, 6, 11, 13], що воно істотно впливає на зміну фізичних параметрів звукового сигналу джерела (музичного інструменту, голосу та ін.), оскільки змінює його тимчасові характеристики, насамперед, процес атаки та спаду (при цьому слід врахувати, що під час спаду, згасання відбувається на власних частотах приміщення, а не інструменту). Крім того, звукове поле впливає на спектральні властивості джерела сигналу, посилюючи обертони, що збігаються із власними частотами приміщення.

На основі отриманої інформації, була виконана диференційована оцінка суб'єктивних характеристик акустики залів та досліджено їх зв'язок з об'єктивними параметрами [1, 6]-[9].

Результати суб'єктивної оцінки значною мірою залежать від слухачів: їх загальної та музичної освіти, соціальної приналежності, професії, смаків та звичок, фізичного та психічного стану.

Для визначення суб'єктивних акустичних критеріїв якості звучання існує три методи оцінки, заснованих на судженні людини [7, с. 493]:

– *метод безпосереднього прослуховування* оркестру та виконавців у випробуваних залах досвідченими експертами з подальшою статистичною обробкою їх оцінок;

– *прослуховування стереофонічних записів*, зроблених у випробуваному залі на «штучній голові» для подальшого прослуховування через головні телефони;

– *прослуховування в штучно створених умовах*, наприклад, у синтезованому звуковому полі, створюваному в заглушеній камері розподіленій системою гучномовців.

Розглянемо більш ретельно ці і інші методи дослідження, що розглядалися вченими.

Метод безпосереднього прослуховування. Цей метод дає можливість оцінити повну та реальну картину звукового поля. Однак він не дозволяє швидко міняти звукові обстановки, досліджувати вплив окремих параметрів і викликає великі організаційні проблеми. Крім того, за такого методу оцінки дається взнаки ряд побічних факторів, що впливають на суб'єктивну оцінку - манера виконання, освітлення, вид інтер'єру, температура повітря і т.п. Дослідження на основі *методу безпосереднього прослуховування* було проведено М. Барроном (M, Barron) [17]. У своїй роботі він представив результати, отримані після аналізу оцінок, виконаних групою експертів різних музичних уявлень у низці досліджуваних залів Великобританії, з

наступним заповненням спеціальних запитальників. Результати порівнювалися з об'єктивними параметрами, вимірними у цих залах (без публіки за допомогою ненаправленого гучномовця, розташованого на сцені). Як відомо, акустичні властивості залу змінюються за наявності великої кількості публіки в приміщенні, до того ж властивості джерел звуку при суб'єктивних (оркестр і солісти) та об'єктивних (поодинокий ненаправлений гучномовець) вимірах могли суттєво відрізнятись. Все вищезазначене говорить про високу ймовірність розбіжності звукового матеріалу в обох процедурах вимірювань. Проте автор прийшов до висновків, які багато в чому збіглися з результатами попередніх досліджень [11]. Він виявив, що відповіді експертів корелюють із такими параметрами акустичної якості як загальний рівень звуку, початкова фаза ревербераційного процесу та частка звукової енергії, що приходить до слухача з бокових напрямків.

Щодо суб'єктивних параметрів експерти розділилися на дві групи у визначенні найбільш значущих параметрів: життєвості (натуральності) звучання і інтимності.

Метод бінаурального порівняння. Цей метод заснований на розміщенні в залі мікрофонної стереосистеми типу «штучна голова», геометричні розміри якої моделюють базові пропорції людської голови. Для отримання більш об'єктивних результатів, у залі має бути розміщено кілька таких систем, а запис повинен проводитись на низці концертів. Отриманий матеріал прослуховується кваліфікованими експертами через гучномовці в заглушеній камері, з наступним ранжуванням досліджуваних залів.

Метод стереофонічного порівняння почав розвиватися у сімдесяті роки у зв'язку з удосконаленням технічної спроможності бінауральної стереофонії. На початку 70-х років. К. Зібарс (K. Siebrasse), М. Шредер (M. Schroeder) та Д. Готтлоб (D. Gottlob) [1] провели у двадцяти п'яти залах Німеччини кілька таких експериментів: через два ненаправлені гучномовці, в досліджуваному залі, відтворювалися музичні уривки, записані в

заглушеному приміщенні. Ці уривки, у свою чергу, записувалися за допомогою мікрофонної системи «штучна голова», що дозволяло зберегти просторові ознаки сигналу.

Вторинні відображення. Оцінка проводилася *методом парного порівняння*, експерти могли надати перевагу одному з двох звукових зразків, або сказати що не мають переваги. Суб'єктивні переваги експертів порівнювали з різними об'єктивними параметрами досліджуваних залів. Було встановлено, що особливу важливість при оцінці акустичного простору мають відношення рівня звукового тиску в перші 50 мс до повного звукового тиску та ступінь кореляції сигналів лівого та правого вуха. А також важливими суб'єктивними характеристиками є рівень гучності, життєвість, помітність, ступінь відмінності звукових сигналів на двох вухах, тембр.

У своїй роботі Х. Вілкенс (H. Wilkens) і П. Леман (P. Lehmann) [7], так само які проводили дослідження методом стереофонічного порівняння, прийшли у висновку що трьома найважливішими суб'єктивними чинниками є рівень гучності, ясність звучання та тембральні властивості.

Метод у штучно створених умовах. За допомогою цього способу, звукове поле синтезується у заглушеній камері розподіленою системою гучномовців. Цей метод дозволяє легко змінювати параметри звукового поля: змінювати рівні прямого та відбитого звуків, змінювати напрямок приходу ранніх відображень, вводити реверберацію, змінюючи її величину та рівень, вводити частотну корекцію компоненти звукового поля. Недоліками способу є трудомісткість експерименту та спрощеність картини звукового поля через кінцеву кількість джерел.

У 1995 р. Г. Сулодре (G. Soulodre) і Дж. Бредлі (J. Bradley) [1, 9] провели серію експериментів, де експерти мали оцінити бінауральні звукові зразки, використовуючи такі суб'єктивні критерії як ясність, гучність, життєвість, просторовість та ін. Звукові зразки були отримані методом «згортки» записів музичних уривків з бінауральними імпульсними

характеристиками, записаними у різних, зокрема і оперних, залах Північної Америки. Звукові зразки та імпульсні характеристики були записані одночасно, за однакових акустичних умов. Експерти прослуховували пари звукових зразків за допомогою двох гучномовців із системою придушення перехресних зв'язків та механічними бар'єрами для відділення правого та лівого гучномовців. Пари звукових зразків можна було прослуховувати необмежену кількість разів, при перемиканні між зразками змінювалися акустичні якості простору за рахунок вибору іншої бінауральної імпульсної характеристики (при цьому музичний фрагмент не зупинявся). Це дослідження дозволило звести до мінімуму відмінності в умовах суб'єктивного та об'єктивного вимірів, завдяки чому вдалося зафіксувати значну кількість кореляцій між ними та знайти нові об'єктивні параметри, такі як: ранній рівень низьких частот, коефіцієнт високих частот, коефіцієнт сили звуку.

Починаючи з кінця 1950-х років, і протягом майже тридцяти років величезну роботу з встановлення оцінок якості звучання музики в оперних театрах, зробив учений - акустик **Л. Беранек** (L. Beranek) [6]. Він провів виміри об'єктивних акустичних параметрів у багатьох десятках найпрестижніших залах світу. Для отримання естетичної оцінки вивчених залів, було проведено численні інтерв'ю з відомими диригентами, музикантами, музичними критиками. Їм було запропоновано оцінити акустичні якості ряду широко відомих оперних театрів за п'ятибальною шкалою.

Результати показано у нижчеподаній таблиці.



На підставі даних проведених досліджень можна скласти таблицю найбільш значущих суб'єктивних критеріїв оцінки акустичних якостей оперних залів та його об'єктивних корелятивів.

Суб'єктивні критерії	Об'єктивні критерії
Інтимність (Intimacy)	ITDG, $G_{0,inf}$, $G_{0,80}$, C80 низькочастотна звукова енергія, бокова звукова енергія
Ясність, розрізняльність (Clarity, Definition)	C80 (музыка), C50 (речь), TS
Ширина істочника (ASW)	$LG_{0,80}$, $LF_{0,80}$, $IACC_{0,80}$
Охоплення звуком (LEV)	$Gperc_{80,inf}$, $LF_{80,inf}$, $IACC_{80,inf}$
Гучність (Loudness)	G, G re
Життєвість, повнота (Reverberance, Leveness, Fullness)	RT30, EDT, EDT350-380, C80 (як корелят повноти)
Тембр (Timbre)	Графік значень EDT для октавних полос
Тональний баланс (Tonal balance)	DL
Високі частоти (Treble)	TR
Теплота (Warmth)	G, Early bass level, Bass RT ratio
Текстура (Texture)	Objective texture (аналіз огибаючої імпульсної характеристики)

ІНТИМНІСТЬ (Intimacy) - (присутність, камерність, близькість) визначає для слухача уявний розмір простору, в якому він слухає музику.

Цей параметр визначається різницею часу між прямим звуком і першим відбитим звуком. Також, частково визначається загальною сприймаємою гучністю звучання. Для оперних залів різниця в часі приходу прямого звуку та першого відображення для слухачів, що сидять у центрі зали, складає 15-30 мс.

Ясність, помітність (Clarity, Definition) - ці параметри характеризують ступінь, з яким окремі звуки в музичному творі чітко поділяються один від одного. Розрізнення підрозділяють на «горизонтальну» та «вертикальну». Горизонтальна відноситься до звуків, що йдуть один за одним, вертикальна - до тих, що звучать одночасно. Коефіцієнт ясності C80, для традиційної класичної музики лежить у межах $C80 = (4\pm 2)$ дБ (на відстані джерела, рівному r — радіусу чуйності).

Ширина джерела (ASW) та *Оточення звуком (LEV)* – характеризують такий параметр як просторовість, що у свою чергу, характеризується відчуттям оточення звуком слухача. Перша складова пов'язана з прямим джерелом звуку і рівнем бічних відбитків: чим більше рівень бічних відбитків у приміщенні, тим більше уявне розширення джерела. Ширина звукового джерела, що здається, пов'язана також з рівнем гучності на низьких частотах, в основному в області частот 125 і 200 Гц. Так само значний зв'язок ширини джерела звуку спостерігається з коефіцієнтом внутрішньослухової кореляції сигналу. Для найкращих за якістю звучання оперних залів світу, значення цього параметра лежить у межах 0,3-0,6.

Оточення, обгортання звуком (LEV) пов'язане з відчуттям пізнього реверберуючого звуку, що надходить з усіх боків (після 80 мс). Воно визначається особливостями конструкції зали, наявності в ньому нерегулярностей, що розсіюються. Також впливає розташування слухача щодо стін та інших відбивачів. Найбільш хороше місце розташування для цього параметра, є центр зали.

Гучність (Loudness) визначається суб'єктивним відчуттям щільності звукової енергії на місці прослуховування та оцінюється слухачем відповідно до його очікувань.

Життєвість, повнота (Reverberance, Leveness, Fullness) – цей параметр пов'язаний із суб'єктивною оцінкою характеру ревербераційних процесів у приміщенні. Він визначається тривалістю реверберації, що

сприймається. Беранек (L. Beranek) визначає його як «суб'єктивний термін, що відповідає переважно часу реверберації на частотах 350-1400 Гц» [16]. Простір з мінімальними показниками характеризується як "мертве", з максимальними - "живе". Переважна більшість пізньої звукової енергії в концертному залі викликає у слухача відчуття повноти звучання. Ревербераційний звук заповнює паузи між нотами, що послідовно витягуються, звідси і відбувається термін "повнота". Оптимальний час реверберації на середніх частотах опери, становить 1,3-1,9 с

Тембр (Timbre) - поняття складне та багатогранне. Він залежить від структури звуку: у момент початку звучання (атаки), у стаціонарний період та в момент спаду. Акустичні властивості приміщення впливають на всі етапи звучання і, відповідно, на тембр, що сприймається. Також суттєво впливає на спектральний склад музичних та мовних сигналів структура розподілу резонансних частот у приміщенні.

Тональний баланс (Tonal balance) – показує збалансованість звучання низьких та високих частот у просторі.

Високі частоти (Treble, Brilliance) У роботі Беранека [17] brilliance визначається як чистий, дзвінкий звук, багатий гармоніками. Діамантовий звук має виражені, що повільно загасають високі частоти. Високий регістр пов'язують із пізньою високочастотною звуковою енергією. Найбільшою кореляцією з цим критерієм має об'єктивний параметр коефіцієнт високих частот (Treble Ratio, TR), який визначається як відношення енергії пізнього (після 80 мс) високочастотного звуку (4 кГц) до енергії пізнього середньочастотного звуку (1–2 кГц)

Теплота (Warmth) залежить від відношення часу реверберації на низьких частотах до часу реверберації на середніх. Час реверберації на низьких частотах повинен бути рівним або більше (приблизно на 20 %) часу реверберації на середніх частотах. Теплота суб'єктивно визначається як звучність басів порівняно із звучністю середніх частот.

Текстура (Texture) Цей параметр пов'язаний з суб'єктивними відчуттями, які визначаються структурою перших дискретних відображень, різницею в часі між приходом прямого звуку та першого відображення (а також між приходом другого та третього відображення тощо) та співвідношенням амплітуд між цими відображеннями. Хороша текстура вимагає великої кількості раних відображень, розташованих на тимчасовій шкалі впорядковано, але не абсолютно точно щодо друг друга, без домінування якогось окремого відображення над іншими.

Таким чином, сучасні методи оцінки акустичних якостей оперних залів дозволяють отримати сукупність об'єктивних параметрів та пов'язаних з ними суб'єктивних критеріїв, за допомогою яких можна досить точно оцінити акустичну якість звучання.

Дослідження акустичних властивостей оперних театрів є надзвичайно цінні для вирішення відповідних питань вокальної педагогіки, диригентської майстерності, підготовки концертних виконавців - інструменталістів, вокалістів, менеджменту музичного театру, для збереження залів за можливої реставрації, для проектування нових оперних залів.

2.1 Оркестр і соліст як основа звукового поля оперного театру

Оркестр може бути визначений як "група музичних інструментів, призначених для спільного виконання музичних творів" [7]. Сучасний оркестр включає кілька основних секцій інструментів: струнні, духові (дерев'яні і мідні) і ударні [7, 10, 24-26, 57, 83, 84]. Слово «оркестр» походить від давньогрецької назви напівкруглого майданчика у театрі між сценою та глядачами, на якому розміщувався хор («орхестра»).

У країнах європейської культури найвищою формою спільного інструментального виконавства став симфонічний оркестр, що складається з 4 основних груп інструментів: смичкові, дерев'яні духові, мідні духові, ударні.

Поява оркестру у Європі пов'язана з виникненням на межі XVI-XVII століть нових гомофонних жанрів - опери, ораторії: з супроводжуючого спів інструментального ансамблю поступово формувалася розвиненіший колектив інструменталістів, який дав початок оркестру у сучасному розумінні. Розвиток оркестру визначалося еволюцією інструментів, оркестрового виконавства (нові прийоми гри, розташування музикантів на сцені чи оркестрою ямі, управління оркестром), мистецтва інструментування, зміною композиторських стилів. Оркестр XVII - 1-ї половини XVIII століть відрізняється тембровим і теситурним багатством, поєднуючи різноманітні струнні (віоли, скрипки, ліри, лютні, арфи), струнно-клавішні (клавесин, клавикорд), духові (поздовжні флейти, язичкові та язичкові), литаври та ін. Важливою рисою було поділ на мелодійні голоси (скрипки, віоли, різні духові) та акомпануючу групу басса-континуо. Для цього періоду в цілому (особливо для початку) характерна нестабільність складів, викликана поступовим сильним оновленням інструментарію (лютні та віоли витіснялися з музичної практики інструментами скрипкового сімейства, поздовжні флейти – поперечними, бомбарди – фаготами та гобоями; поступово зникли цинки), а також випадковим підбором інструментів в оперних театрах та соборах. Поступова стабілізація оркестрових складів пов'язана із зародженням сучасного поняття оркестрової групи, що поєднує споріднені за тембром та динамічними властивостями інструменти. Найважливіше завоювання оркестру XVII століття - кристалізація струнної групи (скрипки, альти, віолончелі, басові віоли, пізніше витіснені контрабасами). З 1-ї половини XVIII століття проводилося розрізнення оркестрових складів у

зв'язку з функцією музики, місцем її виконання (церковні, оперні та концертні склади).

Оперний оркестр, поряд зі струнними, флейтами, гобоями та групою басо континуо (основу якої зазвичай становили 2 клавесини та різні інструменти басової теситури), часто включав труби, тромбони, літаври; до церковного оркестру обов'язково входив орган. В обох складах істотну роль грала партія інструменту облигато. Концертний склад майже повністю залежав від місця та характеру музикування. Виконанням зазвичай керував капельмейстер, який грав на першому клавесині.

У другій половині XVIII століття великого значення набула диференціація оперного та концертного складів, причому перший відрізнявся повнотою та різноманітністю, а другий перебував у стадії становлення. До оперного оркестру у зв'язку зі сценічною ситуацією включалися інструменти, що не входили до концертного оркестру: так, у групі ударних, окрім літавр, з'явилася група, яка називається «яничарською музикою» (великий барабан, тарілки, трикутник, малий барабан). Оформлення складів йшло паралельно із оновленням інструментарію. Повсюдне поширення опері в 1780-ті роки отримав кларнет, його введенням у симфонічний оркестр на початку XIX століття завершилося формування дерев'яної духової групи.

У симфонічній творчості Л. ван Бетховена остаточно сформувався «класичний» склад симфонічного Оркестру: струнні та парний склад дерев'яних духових - 2 флейти, 2 гобоя, 2 кларнети, 2 фаготи, 2 (іноді 3 або 4) валторни, 2 труби; надалі такий склад отримав назву малого симфонічного Оркестру. Бетховен в 9-й симфонії (1823) започаткував великий (у сучасному значенні) склад симфонічного оркестру: струнні, парний склад дерев'яних духових, доповнений видовими інструментами (у Бетховена - мала флейта і контрафагот), 4 валторни, 2 труби, 3 тромбони, розширена група ударних, що включає літаври, трикутник, тарілки, великий барабан. Для подібного складу написано багато творів у Ф. Шуберта, Ф. Мендельсона, І. Брамса, А.

Брукнера, П.І. Чайковського та інших композиторів. У перші десятиліття XIX століття відбулося радикальне вдосконалення духових інструментів: флейти та інші дерев'яні були забезпечені клапанним механізмом (винахід Т. Бьома), натуральні валторни і труби - вентиляним механізмом, який зробив їх звукоряд хроматичним. У 1830-х роках А. Сакс сконструював нові інструменти (саксгорни, саксофони). У збільшенні складу та розширенні тембрових можливостей симфонічного оркестру значну роль відіграв Г. Берліоз: у «Фантастичній симфонії» (1830) він збільшив струнну групу, точно вказавши в партитурі кількість виконавців, запровадив характерні інструменти (зокрема англійський ріжок, арфи).

Епохою в історії розвитку оркестру стала оперна творчість Р. Вагнера: починаючи з «Лоенгріна» склад групи дерев'яних духових збільшений до потрійного (3 флейти або 2 флейти і мала флейта, 3 гобої або 2 гобої та англійський ріжок, 3 кларнети або 2 кларнети кларнет, 3 фагиоти або 2 фагиоти і контрафагот); у 1840-і роки завершено формування сучасної мідної групи (4 валторни, 2-3 труби, 3 тромбони та туба); у «Кільці нібелунгу» склад Оркестру збільшився до четверного, до мідної групи додано квартет сконструйованих на його замовлення валторнових туб.

Оркестрові нововведення М.Римського-Корсакова (він широко користувався основними та характерними тембрами в межах парно-потрійного та потрійного складів), сприйняті російськими композиторами наступного покоління (А.Глазунов, А.Лядов, І.Стравінський), вплинули у сфері оркестрового колориту на творчість західно-європейських композиторів: К. Дебюссі, М. Равеля. Розвиток вагнерівських тенденцій спричинило на межі XIX-XX століть до виникнення у творчості Г.Малера, Р.Штрауса, А.Скрябіна та раннього І.Стравінського («Весна священна») «надоркестру» - розширеного порівняно з четвертним складом; апогеєм цієї тенденції став склад кантати "Пісні Гурре" А.Шенберга (1911). Місце

диригента – перед оркестром спиною до публіки – першим визначив Р.Вагнер.

У XX столітті, поряд з уніфікацією та розширенням (80-100 і більше музикантів) складу симфонічного оркестру, відбувався процес скорочення за рахунок повнішого використання індивідуальних можливостей інструментів (так званий ненормативний склад); поширилися камерні оркестри (в основі - струнна група, що доповнюється декількома духовими, ударними та ін.). Різко збільшилася група ударних: до неї увійшли літаври, великий і малий барабани, бубон, тарілки, трикутник, кастаньети, там-там, дзвони, дзвіночки, ксилофон; потім набули поширення набори великих барабанів, тарілок, гонгів різних розмірів, вуд-блоків і т. д. До складу оркестру стало включатися фортепіано. У середині і особливо 2-й половині XX століття ударна група зайняла рівноправне зі струнною та духовими групами становище як у нормативних, так і в ненормативних складах оркестру. Прагнення збагатити темброву шкалу оркестру призвело до епізодичного включення електроінструментів, наприклад хвиль Мартено; у другій половині XX століття в оркестр почали вводити магнітофонний запис, електрогітару, на рубежі XX-XXI століть з синтезатором.

Найпоширеніша нині розсадка музикантів в оркестрі - так звана американська (перші та другі скрипки розташовуються зліва від диригента, віолончелі та альти - праворуч, у центрі - дерев'яні, за ними мідні духові, у глибині зліва - ударні, праворуч - контрабаси), введена 1945 року Л. Стоковським. Поряд із нею продовжує використовуватися так звана європейська розсадка (перші скрипки та альти зліва від диригента, другі скрипки та віолончелі праворуч). В оркестрі ненормативного складу може застосовуватися індивідуальне розсадження.

Найбільші сучасні симфонічні Оркестри: оркестр «Гевандхауза» (1781), Паризький оркестр (1828), Віденський філармонічний оркестр і Нью-Йоркський філармонічний оркестр (обидва 1842), Бостонський симфонічний

оркестр (1881), Берлінський філармонічний оркестр і Санкт-Петербурзький симфонічний філармонічний оркестр (обидва 1882), (1900), Лондонський симфонічний оркестр (1904), Клівлендський оркестр (1918), Національний оркестр Франції (1934), Симфонічний оркестр Баварського радіо (1949), Російський національний оркестр (1990).

У 2-ій половині XX - початку XXI століть у зв'язку з розвитком автентичного виконавства набули поширення оркестри, що складаються з історичних інструментів (справжніх або їх копій). Серед них - *Concentus Musicus* (1953, Відень), *Orchestra of the 18th Century* (1981, Амстердам), *Orchestre Révolutionnaire et Romantique* (1989, Лондон).

З позицій слухачів - оркестр є єдиним просторово розподіленим звуковим джерелом з таким складом і чисельністю інструментів, який забезпечує музичний баланс звучання у всіх точках зали, що включає баланс за гучністю, за тембром і по розрізняттю (чіткості). Забезпечення цих вимог значною мірою залежить від акустичних параметрів концертних залів. Принципово важливим є забезпечення необхідного балансу як для слухачів, так і для музикантів в оркестрі, інакше вони не зможуть чути звучання свого інструменту або звучання інших інструментів.

Якщо розглядати симфонічний оркестр як єдине просторове звукове джерело, можна оцінити його загальні акустичні параметри, основні з яких наступні:

- *частотний діапазон* симфонічного оркестру займає область від нижчої частоти самого низькочастотного інструменту до найвищої високочастотного. Частотні діапазони основних музичних інструментів, що входять до оркестру, показано на рис. 4.5.2. Наприклад, нижча частота основного тону контрафаготу дорівнює A2 - 27,5 Гц. Найвища частота основного тону флейти-піколло становить C5 - 4186 Гц. Однак за рахунок наявності обертонів, шумових призвуків, використання таких ударних інструментів як тарілки, трикутники та ін. з великим рівнем високочастотного шуму в спектрі ча-

стотний діапазон може розширюватися до 16-17 кГц. В наслідок чого частотний діапазон великого симфонічного оркестру становить 30-16000 Гц. Область максимальних рівнів перебуває у діапазоні 500-1000 Гц; вище 4-5 кГц та нижче 250 Гц відбувається спад приблизно 10 дБ/окт. Слід зазначити, що такий розподіл характерний для класичного симфонічного оркестру, для сучасних джаз- та рок-ансамблів, особливо з використанням електронних інструментів, спектральна область пікових значень змістилася в діапазон вищих частот (2-8 кГц);

- *динамічний діапазон*: для забезпечення балансу за гучністю в сучасному симфонічному оркестрі група струнних становить близько 70% від кількості інструментів (частка скрипок - 35%, альтів - 15%, віолончелів і контрабасів по 10%), група дерев'яних духових інструментів - 12%, група мідних -10% та ударних - 5%. Струнні інструменти мають невеликий динамічний діапазон (в середньому 30-35 дБ), дерев'яні та мідні духові в середньому 35-45 дБ. ударні до 80 дБ. Повний динамічний діапазон великого симфонічного оркестру при зазначеному вище співвідношенні кількості інструментів досягає 76-80 дБ. Для різних типів оркестрів динамічні діапазони значно різняться від 40 до 70 дБ. Акустична потужність сучасного оркестру становить приблизно 1 Вт. на піках вона може досягати значення 20 Вт і навіть 70 Вт. Великі максимальні рівні звукового тиску, доступні для симфонічного оркестру, забезпечують пік-фактор 27 дБ. Це особливі вимоги до апаратури звукозапису, яка повинна мати великі запаси за потужністю, щоб не було кліпування піків при записі звучання симфонічного оркестру. Для слухачів у залі середній рівень зазвичай становить 70-90 дБ.. У той же час усередині оркестру рівні звукового тиску можуть бути значно вищими: в одному метрі від мідних інструментів рівень може досягати 130 дБ, усередині струнної групи до 90-100 дБ. Статистичні дані дозволили встановити зразкову відповідність реально виміряних рівнів звукового тиску в залі при звучанні симфонічного оркестру та рівнів гучності, зазначених у партитурі.

- *тембральні якості*: забезпечення балансу звучання оркестру за тембром та чіткістю залежить від мистецтва диригента та музикантів, музичного змісту твору, вибору кількості інструментів та їх розміщення на сцені, а також, як було зазначено вище, значною мірою визначається акустикою залів та сцени. Симфонічний оркестр має величезні тембральні і динамічні можливості і по праву вважається вершиною музично-виконавського мистецтва. [7]

Забезпечення цих вимог значною мірою залежить від акустичних параметрів концертних залів. Принципово важливим є забезпечення необхідного балансу як для слухачів, так і для музикантів в оркестрі, інакше вони не зможуть чути звучання свого інструменту або звучання інших інструментів.

Акустичні характеристики вокальної мови (співу) в зв'язку з особливостями звукоутворення відрізняються від звичайної мови за такими параметрами:

- *діапазон відтворюваних частот для основних (фонаційних) частот залежить від типу голосу*: бас - 82,4 Гц (E2)-329,6 Гц (P4); баритон - 110 Гц (A2)-415,3 Гц (C4) тенор - 130,8 Гц (C3)-523,25 Гц (C5); мецо-сопрано - 207,7 Гц (A'3)-932,3 Гц (B5); сопрано - 261 Гц (C4)-1046,5 Гц (C6), колоратурне сопрано - 61,6 Гц (C4)-1318,5 (E6) Слід враховувати, що це середньостатистичні дані, при цьому є значні індивідуальні відмінності. [2, 90, 91, 100];

- *динамічний діапазон* при співі значно ширший, ніж для звичайної мови. Оперні співаки можуть розвивати рівні звукового тиску до 100 дБ/м та навіть до 120 дБ/м; при цьому, що тиск у гортанній порожнині може досягати значень 2-3 кПа, ККД збільшується. Динамічний діапазон при цьому розширюється до 70 дБ. У середньому динамічний діапазон для вокального мовлення становить 50-60 дБ;

- *перехідні процеси* істотно залежать від виду атаки («жорстка» або «м'яка») та способу звукоутворення. У середньому час атаки може змінюватись від 30 до 300 мс;

- *характеристика спрямованості* змінюється зі збільшенням частоти аналогічно до зміни мовного сигналу;

- *тембр вокальної мови* має величезну емоційну виразність і **МОЖЛИВОСТІ**.

Більш детально розглянемо питання природи вокальної мови в наступному розділі.

РОЗДІЛ 2

АКУСТИЧНА ПРИРОДА СПІВОЧОГО ГОЛОСУ

2.1 Фізіологічні якості академічного оперного співу

Ще 1714 року знаменитий скрипаль Тартіні помітив і описав дивне явище: коли на скрипці голосно програють дві ноти, іноді можна чітко чути третій тон, якого не було у виконавця. Такі самі додаткові тони можна почути на звуках флейти при двоголосному звучанні. Це явище викликало великий інтерес серед музикантів і вчених, призвело до постановки численних експериментів і дозволило встановити, що ці додаткові "фантомні" тони виникають безпосередньо у слуховій системі і є наслідком її нелінійності.

Цікаво, що непорозуміння цих процесів досі призводить до непорозумінь, наприклад, коли люди з тонким музичним слухом чітко чують додаткові тони при виконанні деяких акордів, водночас їхні колеги можуть їх і не почути. Особливо це стосується людей старшого віку, так як віком слухові пороги суттєво змінюються - чутливість до високих частот зменшується кожні десять років приблизно 1000 Гц. Враховуючи величезні можливості для роботи зі звуком, які надають звукорежисеру сучасні музичні технології їм слід ознайомитися з тими звуковими явищами, до яких наводить нелінійність слуху. [1]

За загальним визначенням система називається нелінійною, якщо вихідний сигнал $Y(t)$ відрізняється від вхідного сигналу $X(t)$ наявністю додаткових спектральних складових. Зазвичай це має місце, якщо зв'язок між дією (тиском) і відгуком системи (зміщенням) є нелінійною. Практично вся електроакустична апаратура (гучномовці, мікрофони, акустичні системи та ін.) є нелінійною (для оцінки її завжди нормується коефіцієнт нелінійних спотворень), проте ця нелінійність проявляється при досить високих рівнях вхідного сигналу. Принциповою відмінністю слухового апарату є те, що він

здійснює нелінійне перетворення вхідного звукового сигналу, як за великому його рівні, і при дуже малому, лише механізми цього перетворення різні. Нелінійність слуху проявляється насамперед у появі "суб'єктивних" або "слухових" гармонік. При вплив на барабанну перетинку досить гучного синусоїдального звуку з частотою f_0 у процесі його обробки у слуховому апараті виникають гармоніки цього звуку з частотами $2f_0$, $3f_0$ тощо. Наприклад, якщо подати первинний тон із частотою 500 Гц, можна почути звуки з частотами в спектрі 1000 Гц, 1500 Гц тощо. Оскільки при об'єктивних вимірах сигналу, що підводиться, можна точно встановити, що в спектрі первинного впливу тону цих гармонік немає, вони й отримали назву "суб'єктивних" гармонік.

Наявність суб'єктивних гармонік та їх кількісна оцінка може бути виконана за допомогою прослуховування биття. Це явище виникає, якщо на систему подати два близькі за частотою тони, наприклад 1000 Гц та 1010 Гц; тоді замість двох тонів буде чітко чути один тон із середньою частотою 1005 Гц, модульований по амплітуді різницевою частотою 10 Гц. Якщо різницю між двома тонами збільшувати, то за різниці частот вище 15 Гц биття зникають; спочатку починають прослуховуватися два тони з великою шорсткістю (якби звучали одночасно два неналаштовані музичні інструменти), потім чітко чути два чисті тони. До биття слух дуже чутливий, тому використання биття - основний метод настроювання музичних інструментів. На закінчення хотілося б ще раз відзначити, що у механізмі слухового сприйняття звуку закладено нелінійну процедуру обробки, обумовлена як гідродинамічними процесами в равику, так і електромеханічними перетвореннями в волоскових клітинах. Нелінійність слуху проявляється як при більших, так і при малих рівнях звукового сигналу та грає істотну роль у слуховому сприйнятті музичних, мовних та шумових сигналів. Це корисно враховувати у практиці роботи музикантів та звукорежисерів.

Взаємозв'язана система резонаторів, гортані та дихання. Імпеданс.

Одним з найважливіших і цікавих моментів у роботі рогоподібного пристрою голосового каналу є те, що взаємопов'язана система резонаторів (гортань-горло-ротова порожнина) не тільки резонує, накопичуючи звукову енергію, а й, коливаючись, створює певний опір зверху робочого голосового слота. Перегородка працює як система пов'язаних між собою резонаторів, які найбільшою мірою впливають не тільки на зміну спектру звуку, що проходить через них, але і на саме виникнення звуку - роботу голосового прорізу.

Голосовий апарат - різновид ріжка.

Схожість голосового апарату з рогом не тільки зовнішня. Ті ж моделі, які слідує за звуком у роті, застосовуються до голосового апарату. Перш за все, систему порожнин подовжувача від голосових складок до ротового отвору слід розглядати як свого роду криволінійний хвилевод, по якому звукові хвилі поширюються від джерела звуку до виходу у відкритий простір. Конфігурація цього хвилеводу певною мірою змінюється при переході від однієї голосної до іншої, у зв'язку зі зміщенням язика і зміною ступеня відкриття рота.

Основні елементи вокальної техніки

Усі музичні інструменти призначені для перетворення якоїсь енергії в звукові коливання. Струнні інструменти перетворюють механічну енергію, отриману від рук музиканта, за допомогою щипка, удару по клавішах і руху зв'язку по струні. Латунні знаряддя використовують для цього енергію, що накопичується при вдиханні в легенях людини або зберігається при наповненні повітрям з баяновим хустром або волинкою під тиском, що перевищує атмосферний. Голос — духовий інструмент. У фазі відкриття голосової щілини частина повітря передається із зони високого тиску в зону атмосферного тиску. При ряді послідовних розмикань/закривань голосової щілини над і під складками виникають поздовжні звукові хвилі, що

поширюються як вздовж голосового рідка до ротового отвору, так і в бік трахеї та бронхів. Коливання, що поширюються всередині трахеї та бронхів, є протифазними до коливань у рогі, тому вони повинні бути повністю закупорені. При співі з чудовим звуком придушені вібрації створюють вібраційні відчуття в області грудей.

При гарній активності закриття голосового прорізу звукові коливання мають форму, близьку до прямокутної. Частотний спектр таких коливань дуже широкий. Далі в голосовому рідку формується спектр і звукова енергія передається в простір через рот. Хвильовий процес у голосовому рідку є суперпозицією біжучих хвиль і стоячих хвиль. Наявність стоячих хвиль обумовлена резонансами в голосовому рідку, завдяки яким формується частотний спектр. У спектрі з'являються області формантів з підвищеною амплітудою коливань. Найважливішими формантами є високий співочий (визначає блиск і політ голосу), низький співочий формант, розташований біля висоти (визначає гучність голосу), і форманти голосних, які дозволяють розрізнити голосні звуки, незалежно від типу голосу та висоти звуку.

Звуковий шлях характеризується параметром імпедансу або хвильового опору. Для того, щоб голосові складки ефективно віддавали енергію рогу, він повинен представляти для них великий хвильовий опір (за аналогією, не потрібно докладати зусиль, щоб відкрити легкі двері, але потрібно зусилля, щоб відкрити важкі двері). Рупор також перетворює опір простору, доводячи його до піднесених складок. Ці збіги імпедансу мають вирішальне значення для ефективної передачі звукової енергії в простір. Вважати голос незалежним від навколишнього простору (його гучності, розташування відбивачів, часу реверберації тощо) щонайменше наївно.

У разі ефективної передачі звукової енергії в простір максимальна амплітуда коливань хвилі (промінь) повинна розташовуватися поблизу отвору рогу, тобто ротового отвору. Ці коливання викликають відчуття вібрації,

проходячи через кістки обличчя. Вони локалізовані в зоні, яка закривається карнавальною маскою. Звідси у вокалі з'явився термін «співати в масці».

Є ще одна порожнина, яка може впливати на форму звукового спектру та ефективність його випромінювання в космос. Це носова порожнина, яка відгороджена від рогу м'яким піднебінням. Якщо м'яке піднебіння опущене, частина звукових коливань розгалужується в носову порожнину. Ця порожнина резонує на частоті трохи нижчої за частоту високої форманти, створюючи сильні відчуття вібрації, локалізацію яких важко відокремити від справжньої «маски». Але випуск звуку з носової порожнини в простір дуже утруднений через малі розміри носових отворів (як при співі із закритим ротом). Порожнина носа виконує роль фільтра, який відхиляє високі частоти. Таким чином, сильна назалізація призводить як до втрати тембру, так і до втрати звукової сили.

Другим компонентом вокальної техніки є група м'язових відчуттів. Ось дві основні зони локалізації: м'язові відчуття, пов'язані з диханням, і м'язові відчуття в області гортані. Багато описів присвячені відчуттям, пов'язаним з роботою грудної клітки, м'язів живота і діяльністю діафрагми, багато з яких добре узгоджуються один з одним. Це не випадково, адже ці відчуття легко закріплюються, їх не важко навчити. Набагато складніше зафіксувати правильні відчуття в області гортані і, перш за все, пов'язати їх з відчуттями, пов'язаними з механізмом співочого дихання. Зрештою (і це яскраво показують рентгенограми великої кількості професійних співаків) справа зводиться до опускання гортані й утримання її в цьому положенні під час фонації. Причому, це стосується всіх типів голосів - від найнижчого басу до найвищого сопрано. Це досить незвичайне відчуття, оскільки в звичайній мові гортань розташована високо. Викладачі вокалу використовували нетрадиційні, а іноді й просто екстравагантні прийоми, щоб виховати це почуття. Були *methodius* «кашель», блювота, «позіхання» тощо.

Найкращий результат дає техніка «голосового рискання», оскільки дозволяє підключити механізми опускання гортані та правильного вдиху. Учень повинен співати так, ніби продовжуючи позіхати, намагаючись зафіксувати м'язові відчуття як в гортані, так і в грудях. Досвідчений слух завжди зможе відрізнити спів з опущеною гортанню по темнішому звуку. Опускання гортані дозволяє вирівняти тембр голосу в різних його регістрах і розширити діапазон голосу приблизно на терцію. Однак опускання гортані і правильне дихання ще не гарантують звільнення гортані при співі. Гортань можна затискати як у високому, так і в низькому положенні. При затисканні гортані в тембрі з'являється характерний додатковий звук (помилковий метал).

Але якщо метал вільної гортані — благородний сплав золота, срібла та бронзи, то метал стиснутої гортані — це жість. Спів більшості сучасних співаків (навіть зірок) відрізняється від співаків старої школи, які певною мірою відчувають стиснення гортані. Найважче завдання на даний момент — повернутися до витоків правильної техніки. А досягти цього можна, лише правильно поєднавши весь комплекс відчуттів — як вібраційних, так і м'язових. З точки зору фізики процесу, компресія гортані є наслідком невідповідності між значенням тиску підкладок і імпедансом, який ріг трансформував безпосередньо в складки. Виходу може бути два: перший - для зменшення тиску підкладки (для зменшення опори), другий - за рахунок зміни налаштування рупора для збільшення його опору.

Практично для співака це означає, що вібраційні відчуття в передній частині обличчя (маски) повинні посилитися. Буде сильний і яскравий звук, який викличе сильніші відчуття вібрації в грудях. При цьому гортань як би перестає брати участь у процесі, виникає відчуття, що звуковий полюс впирається в маску. Звучить так, ніби він відлітає від передньої частини обличчя в простір. Висновок - до звільнення гортані призводить лише високий опір рогу. Співати у великому залі в супроводі оркестру і без

підкріплення – це безумовна правда. Поява техніки підсилення призвело до появи всіх видів промежини (техніки джазу, естради та рок-вокалу), які є формою техніки з низьким імпедансом. Але для академічного вокалу існує лише один правильний тип вокальної техніки і тисячі неправильних.

Наявність вібрації в масці є основним показником правильного регулювання рогу. Наше тіло має механізм вібраційного зворотного зв'язку. Коли рецептори фіксують вібрацію в масці, їх сигнали передаються в кору головного мозку. Звідти складки отримують команду підвищити закриваючий тон. Звук стає сильнішим і яскравішим, що в свою чергу ще більше посилює відчуття вібрації, тобто відгук позитивний. Навпаки, якщо в масці немає вібрації, замикаючий тон зменшується, звук стає слабким і тьмяним. І тоді ніякі дихальні хитрощі не врятують ситуацію. Ріг не готовий виконувати свою роботу. Ось чому відчуття вібрації в масці є ключем до всієї вокальної техніки і основним орієнтиром для співака.

Є ще один механізм зворотного зв'язку - це акустичний зворотний зв'язок. Коли співак чує, як його голос відбивається від стін та інших предметів у приміщенні, наш «комп'ютер» (кора головного мозку) також наказує зв'язкам стискатися більш активно.

Знаходячись в залі театру, слухач чує голос співака на відстані до декількох десятків метрів. В наслідок того, що тембр голосу охоплює достатньо широкий спектр частот, направленість голосової хвилі буде для слухачів різною. Високі частоти мають специфіку більшої направленості і польотності, більшої розсіяності по залу. З цієї причини в природній акустиці звучання високої співочої форманти дещо пом'якшується. Для слуху глядача, що є в залі, приємні дзвінки голоси.

Варто згадати акустичні закони побудови обертонів та виникнення комбінаційних тонів. Таким чином, саме наявність високої співочої форманти в голосі по відношенню до основного тону надає можливість утворенню інтервалу, завдяки якому з'являється комбінаційний тон. І саме яскрава

висока форманта в поєднанні з основним тоном в якості образуючих звуків, робить звучання комбінаційного тону більш сильним. Який, в свою чергу, підсилює основний тон, адже гучність комбінаційного тону в якості нижньої співочої форманти, збільшується набагато швидше за основний тон і тон верхньої співочої форманти. Саме цей фізичний акустичний фізіологічний процес і робить резонансний оперний спів таким складним. Можливо провести аналогії з акустикою духових інструментів, органу, в режимі особливого збагачення тембру інструменту за рахунок додавання 3-го і 5-го обертонів.

Поява звукопідсилення в оперному театрі тягне за собою необхідність вирішення великої кількості нових завдань. Головне з цих завдань – завдання правильного відтворення тембрів голосів.

При співі в близько-розміщений мікрофон висока форманта звучить дуже різко, що заставляє звукорежисерів приглушати полосу частот в районі 3 кГц. При цьому існує небезпека спотворити тембр голосу співака.

Наступне явище, яке потребує уваги звукорежисера – це вібрато, яке притаманне для правильно поставлених голосів. Правильне вібрато в умовах природньої акустики сприяє збільшенню польотності голосу. Його сприйняття для слухача залежить від часу реверберації залу. При більшій реверберації вібрато стає менш помітним, ніби згладжується.

При будівництві оперних театрів завжди намагалися створити реверберацію оптимальною. Якщо голос записується за допомогою направленої мікрофона, то вібрато навпаки підкреслюється. Таким чином можна позначити два завдання для звукорежисера:

- правильна передача високої співочої форманти без помітного впливу на тембр голосу,
- вибір правильного часу реверберації для правильної передачі вібрато.

Вирішення першого завдання несе за собою деякі зниження інтенсивності частот в 2,5-3 кГц. Вирішення другого завдання лежить в площині вибору приміщення з потрібною реверберацією, або адекватне додавання реверберації програмними, або апаратними методами при обробці звуку.

У більшості сучасних оперних співаків голоси вибудовані таким чином, що полегшує їх підсилення та подальшу обробку. З іншого боку, вони потребують цього підсилення, так як гучність і польотність голосів знизилася, і вони не здатні заповнити театр з природньою акустикою.

Які характеристики такого голосу, якому потрібна підзвучка в театрі:

використання розмовної позиції вокального апарату під час співу; формування тембру не резонансним способом, а за допомогою стисненої гортані; резонанси маски і грудей відсутні, вокальні форманти виражені слабо, висока форманта має відносно низьку інтенсивність і на запису не «забиває» мікрофон; внаслідок меншої дзвінкості голосу знижується його польотність;

метал в голосі стає більш жорстким – це ложний метал, спів на гортані. За рахунок відносного зменшення інтенсивності вокальних формант голос набуває більш темного відтінку. Коефіцієнт корисної дії при перетворенні енергії дихання в гучність звуку зменшується, а навантаження на голосовий апарат збільшується, хоча в умовах звукопідсилення це не настільки важливо.

Гортань, як і в традиційному вокалі знаходиться в низькому положенні. Це дозволяє реалізувати весь вокальний діапазон, який потрібний для виконання партій в класичних операх. Голос контролюється через дихання і вібраційні відчуття, які в даному випадку є специфічні, і сконцентровані в зоні гортані. Інколи використовуються прийоми естрадного вокалу, спів на знятому диханні, спів «білим», «прямим» звуком.

Поняттю вібрато надається значно менше значення, так як в умовах звукопідсилення не використовується як засіб збільшення польотності звуку в

повній мірі. Спів на затисненій гортані зменшує вібрато. При великому нажимі з'являється так званий «барашек», який прибирається зниженням співочої опори. Голос при цьому дещо втрачає силу, однак вокальний недолік щезає.

Техніка «voce ingolata» дозволяє створити ілюзію драматичного звучання та виховати сурогатні драматичні оперні голоси. При цьому відбувається втрата сили і польотності голосу. Ці голоси легше обробляються при підсиленні і запису. Цей тип співу люблять звукорежисери, вплив яких на смаки публіки недооцінювати не можна.

Один з академічних співаків даного типу, який мав великий комерційний успіх та визнання в широких колах у виконанні концертної пісні, музики до фільмів – Муслім Магомаєв. Слід зазначити, що він не зміг співати в опері, адже його голос та вокальна техніка не відповідали професійним оперним критеріям, хоча цілком вірогідно, що сучасна ситуація в оперному мистецтві надала б йому таку можливість.

Постановка та виховання великих оперних голосів за резонансним методом – це складний, тривалий та наполегливий процес, пов'язаний з ломкою речової позиції у вокальну, але відсутність цього процесу легко замінює використання звукопідсилення в оперному театрі, спів в мікрофон.

Звукорежисура прикрасила прямі голоси, які вже встигли виховати смаки публіки в напрямку горлового звуку та створити велику кількість шанувальників. Головна відмінність цієї когорти співаків – підміна грудного тону в голосі горловим. Відрив між старою вокальною школою і сучасною в наш час тільки збільшується.

2.2 Методики навчання та специфіка виховання оперного співака з огляду на закони акустики

З точки зору фізики процесу, стиснення гортані є наслідком невідповідності величини тиску під зв'язками і імпедансу ротоглоточного рупора, який підведений безпосередньо до зв'язок. Виходів може бути два: перший знизити тиск під зв'язками (зменшити опору), другий - за рахунок змін у налагодженні рупора підвищити його імпеданс. Для оперного співу правильним буде другий шлях. Практично для співака це означає, що вібраційні відчуття в передній частині обличчя (масці) повинні посилитися. Виникне сильний і яскравий звук, який викличе сильніші вібраційні відчуття також і в грудях. При цьому гортань ніби перестає брати участь в процесі, виникає відчуття звукового стовпа, що впирається в маску. Звук як би "злітає" з передньої частини обличчя в простір. Висновок - до звільнення гортані призводить тільки високий імпеданс ротоглоточного рупора. Це безумовна істина для співу в великому залі в супроводі оркестру та без підсилення.

Поява підсилювальної техніки призвело до виникнення різного роду проміжних технік (техніка джазового, естрадного і рок-вокалу), які є різновидом технік з низьким імпедансом. Але для академічного вокалу є тільки один правильний тип вокальної техніки і тисячі неправильних.

Наявність вібрації в масці - це головний показник правильного налаштування рупора. У нашому організмі діє механізм зворотного зв'язку по вібрації. Коли рецептори фіксують вібрацію в масці, їх сигнали передаються корі головного мозку. Звідти зв'язкам надходить команда збільшити тонус змикання. Звук стає більш сильним і яскравим, що в свою чергу ще більше посилює вібраційні відчуття. Таким чином, зворотний зв'язок є позитивним. Навпаки, якщо вібрація в масці відсутня, тонус змикання зменшується, звук стає слабким і тьмяним, і тоді ніякі хитрощі з диханням не зможуть врятувати ситуацію.

Рупор не готовий виконати свою роботу. Ось чому вібраційні відчуття в масці - це ключ до всієї вокальної техніки і головний орієнтир для співака.

Існує ще один механізм зворотного зв'язку - це акустичний зворотний зв'язок. Коли співак чує свій голос, що відбивається від стін і інших предметів в приміщенні, наш «комп'ютер» (кора головного мозку) також віддає наказ зв'язкам скорочуватися активніше.

У повністю заглушеному приміщенні співати неможливо, тому що зв'язки активно змикатися не будуть.

В цей процес ми втрутитися не можемо. Він проходить повністю автоматично і в режимі реального часу. Потрібно просто знати про його існування і все. Явище відбиття в приміщенні характеризується терміном «реверберація (післязвучання). Вона вимірюється в секундах, відлік яких ведеться від початку звуку до його повного загасання в конкретному приміщенні, характеризуючи його «гулкість». Для вокалу існує оптимальна реверберація, яка відрізняється від оптимальної реверберації для оркестру, для фортепіано, для мови і т. Д. При співі з супроводом реверберація приміщення повинна бути оптимальною саме для вокалу. Це важливо і для співака, і для слухача.

Головний критерій для визначення типу вокальної техніки

Однією з проблем сучасних жіночих голосів (яка виявлялася і раніше) є недостатня ясність в головному регістрі. Однією з найбільш важливих речей, яких не існує в сучасних голосах, крім сили і інтенсивності, є краса звуку, яка об'єктивна і має свої стандарти.

Що ж це за стандарти?

Жіночий голос, який можна вважати красивим, повинен мати правильно координований "м'який звук", який надає головному голосу гладке, темне, "спокійне" звучання. Цим досягається хороша ясність, а голос отримує гарне, м'яке, темне, рівне звучання.

Жіночі голоси без розвинених регістрів, як правило, в сенсі вокальної техніки при переході з регістру в регістр звучать одноманітно. Технічно

перехід з регістра в регістр не відчувається, але це тому, що обидва регістра однаково погано розвинені (або краще сказати - нерозвинені).

Сьогодні існує величезне різноманіття вокальних технік. Навіть якщо виключити з розгляду різноманітні техніки естрадного чи джазового вокалу, то і в межах академічного вокалу ми знайдемо багато різновидів техніки. Для того, щоб розібратися в них, потрібен якийсь головний критерій для визначення. Спробуємо такий критерій винайти.

1. Анна Нетребко
2. Євгенія Мірошниченко
3. Альбіна Шагімуратова
4. Марія Каллас.

Аналізуючи техніку співу деяких співаків, можна дати абсолютно справедливі оцінки переваг і недоліків їх вокальної техніки, але важко запропонувати критерію для систематизації типів вокальної техніки.

Таким основним критерієм може і повинен стати імпеданс надставної трубки (рупора), тобто хвильовий опір, який рупор створює для голосових зв'язок. Високий імпеданс рупора досягається на високих частотах, на низьких частотах він майже не впливає на режим роботи голосових зв'язок безпосередньо. Але за рахунок механізму позитивного вібраційного зворотного зв'язку впливає опосередковано, в значній мірі змінюючи режим роботи голосових зв'язок і на низьких частотах в тому числі. Зв'язки починають змикатися щільно і глибоко. З'являється грудний тон і правильне вібрато.

Розглянемо це на конкретних прикладах.

Євгенія Мірошниченко - найнижчий імпеданс рупора. Вібрація в масці (ознака високого імпедансу) практично відсутня. Гортань знаходиться в високому становищі і стиснута. Різке і неглибоке змикання голосових зв'язок призводить до того, що грудний тон в тембрі відсутній. Звук білий, з

горловим призвуком. На високих нотах відчуття стискання гортані ПОСИЛЮЄТЬСЯ.

Анна Нетребко - спроба підключити грудний голос і збільшити опору. З цією метою гортань опущена і стиснута. Але імпеданс рупора доволі низький (вібрації в масці відчуються слабо), тому звук широкий і розфокусований.

Цей тип вокальної техніки нажаль притаманний більшості співаків як сучасних, так і минулих поколінь, починаючи зі знаменитих «горловиків» Великого театру Євгена Кібкало та Павла Лісіціана, через Дмитра Гнатюка, та Дмитра Хворостовського до сучасних – Йозефа Кауфмана, Хосе Кури, ...

Альбіна Шагімуратова - гортань опущена і вільна. В голосі присутній грудний тон. Імпеданс рупора близький до максимального значення. Якщо співачка буде й надалі прагнути зберегти імпеданс на цьому рівні або навіть збільшити його, то її кар'єра буде успішно розвиватися.

Марія Каллас (приклад номер чотири) - еталон техніки високого імпедансу. Гортань знижена, розслаблена і знаходиться у стані легкого «позіхання». Відчуються лише дуже слабкі і розпоршені вібраційні відчуття в межах гортані. Чітко виражені вібрації в масці свідчать про високий імпеданс рупора. Сильний грудний тон при міцній опорі дихання надає відчуття звукового стовпа та вокального «відлуння».

Якщо розташувати надані приклади в міру зростання імпедансу, то вийде така послідовність:

Мірошниченко - Нетребко - Шагімуратова - Каллас.

Висновок. Імпеданс рупора - це вирішальний фактор, що визначає режим роботи голосового апарату співака. Всі інші фактори, хоча вони і важливі, все-таки носять другорядний характер. Високий імпеданс рупора досягається лише при низькій гортані та відсутності назалізації. Але цих умов недостатньо. Необхідна наявність чітких і виразних вібраційних відчуттів у масці. Лише за цих умов досягається одна і тільки одна правильна техніка, що підходить для співаків великої опери. Технік з низьким

48

імпедансом – безліч, але для співаків великої опери вони не підходять. Нажаль фрагмент Марії Каллас було заблоковано. Тому пропоную послухати в її виконанні сцену божевільня Лючії цілком.

РОЗДІЛ 3

СПЕЦИФІКА ПРАКТИЧНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ГОЛОСУ І
ЗВУКОРЕЖИСУРИ В ОПЕРНОМУ ТЕАТРІ

3.1 Технічні засоби звукорежисури для роботи з оперним голосом:
- звукопідсилення під час оперних вистав, трансляція, звукові ефекти, як вимога до збагачення арсеналу засобів виразності сучасної опери;
- звукозапис живих оперних постановок в театрах

В спектрі вокальних голосних знаходяться дві основні формантні області: низьких (300-600 Гц) і високих (2500-3000 Гц) частот. Перша, низька, співоча форманта надає голосу м'якість, округлість і масивність; друга, висока, - дзвінкість, політ, яскравість (у високопрофесійних співаків в цій області зосереджено до 30-35% всієї звукової енергії голосу, у недосвідчених - тільки 5-7%). В трахеї і гортані виникають співочі форманти, а в горлі і в роті - форманти голосних. Тембр співочого голосу залежить не тільки від спектрального складу звуку, але і від вібрато. Це періодична зміна висоти і сили звуку, завдяки якому голос стає теплим, живим, виразним (коливання, що відбуваються з частотою п'ять-сім разів на секунду, дають гарний, що ллється звук, при більш рідкісних коливаннях голос "хитається", а при більш частих - тремтить). Не викликає сумнівів і те, що по своїй фізичній природі (з чисто технічної, інженерної точки зору) співочий інструмент - при всій своїй унікальності - є духовим інструментом.

До теперішнього часу в методичній та науковій літературі найбільш часто зустрічається думка, що голосовий апарат співака працює за принципом рупора, в якому передрупорною камерою є невелика порожнина у верхній частині гортані, що утворюється при прикритті надгортанником входу до гортані (Дмитрієв, Рокар, Юссон).

Аналогічність роботи голосового апарату співака і духових музичних інструментів обумовлюється рядом факторів:

по-перше, схожістю акустико-фізіологічних механізмів звукоутворення;

по-друге, тим, що поперечний переріз голосового тракту співака, так само як і робочий канал у вищевказаних духових інструментів, не є постійним, але змінюється складним чином;

по-третє, тим, що голосовий апарат людини породжує повний ряд гармонійних складових спектру, подібно до амбушурних духових інструментів, які в даному відношенні еквівалентні відкритим органним трубам.

Звучання співочого голосу визначається двома факторами: характером роботи голосових складок і особливостями побудови «надставної труби» - внутрішнього простору ротоглотки (рупора). Отримані дані свідчать на користь того, що надгортанна порожнина людини є локальним резонатором типу резонатора Гельмгольца, що підсилює високочастотні гармоніки спектра голосових зв'язок в області ВСФ (2,4-3,5 КГц). Судячи зі стабільності частотного положення вершини ВСФ в спектрі хороших співочих голосів при співі різних голосних і нот різної висоти, надгортанна порожнина як резонатор у таких співаків зберігається за своїми розмірами і формою практично незмінною. Це добре узгоджується з вимогою багатьох досвідчених вокальних педагогів щодо необхідності зберігання незмінним, переважно зниженим (як при позіху або напівпозіху) і до того ж вільним положення гортані.

Будь-якому вокалісту дуже важливо знати, що безсумнівно цікавий і об'єктивно встановлений феномен - звуження входу до гортані - у кращих співаків аж ніяк НЕ супроводжується відчуттям стиснення горла під час співу, а навпаки, - супроводжується суб'єктивним відчуттям широкої глотки, як при позіху, і еластичної свободи гортані без будь-яких її затискань!

Бо затискання гортані веде до горлоспіву і втрати голосу. Про це попереджали всі видатні співаки - Ф.І. Шаляпін, Л. Тетраціні, Е. Карузо та інші.

Е. Карузо. Найгірша помилка багатьох співаків полягає в тому, що вони видають горловий звук ... Навіть за найміцнішої конституції цього не може витримати найпотужніший голосовий апарат.

Л. Тетраціні. Найголовніше - в подачі звуку. Абсолютна більшість співаків страждають від хиби, що зветься «горлоспівом» при подачі звуку, тобто атака звуку або початок звучання ноти у них здійснюється за відчуттям в горлі. Рано чи пізно такий спів призводить до втрати навіть самого красивого голосу ».

В сучасних умовах таке попередження виглядає надмірно грізним, оскільки умови в порівнянні з часами Карузо істотно змінилися. Тоді для того, щоб співати партії першого плану в театрах вищої категорії, треба було володіти потужним (більше 120 дБ) голосом. Голоси, які розвивали до 110 дБ, могли в цих театрах співати тільки партії другого плану. Але вони могли успішно співати партії першого плану в театрах другої категорії.

Все змінилося з появою техніки підсилення звуку. Тепер навіть в театрах вищої категорії (не кажучи вже про концертні зали) застосовується підзвучка. І тепер ті, хто міг розраховувати тільки на партії другого плану, можуть розраховувати на головні партії. Більш того, підзвучка любить прямі голоси. Ось і з'являється нова плеяда співаків, які співають прямим звуком і на горлі. Вони вже встигли виховати смаки публіки в напрямку прямого і горлового звуку. Розрив між технікою співу старих майстрів і сучасною технікою зростає. Головна відмінність цих технік полягає в використанні (або невикористанні) грудного тону. Грудний тон замінюється горловим.

Розуміння принципового значення прикриття надгортанником верхнього отвору гортані в значній мірі прояснює механізм збереження у оперних співаків грудного звучання голосу на двооктавному діапазоні. Як

Відомо, головна проблема навчання вокальної техніки академічного співу полягає в тому, що в більшості випадків діапазон грудного звучання співочого голосу у початківців співаків не перевищує одну-півтори октави. І перед педагогом постає завдання щодо навчання певним технічним навичкам, володіючи якими, співак виявляється здатним зберігати грудне звучання свого голосу в більш високій тесситурі і розширити його діапазон до двох і більше октав, необхідних для співу в опері. У вокальній теорії ці навички пов'язані з поняттям «прикриття звуку» - терміна, що з'явився на рубежі XIX - XX століть і залишається до теперішнього часу словосполученням з вельми невизначеним реальним змістом. Загальноприйнятого розуміння, в чому практично полягає прийом «прикриття звуку», не існує, як немає єдності і в розумінні меж його використання.

В даний час ми сміливо можемо говорити, що грудне звучання голосу співака обумовлене вібрацією повітряного стовпа, укладеного в трахеї і головних бронхах. Це не тільки підтверджено експериментально (Морозов), але і відповідає практиці: втрата відчуття зародження голосу в центрі грудей (в області біфуркації трахеї) неминуче призводить до втрати ясно вираженого грудного звучання голосу, що оцінюється і самим співаком, і його слухачами як «зняття звуку з грудей». Прикриття надгортанником верхнього отвору гортані дозволяє співакові розширити діапазон грудного звучання свого голосу, зберігаючи при цьому оптимальними можливими акустичні умови для роботи голосових складок. Оскільки функцію опору потоку повітря, що видихається, в цьому випадку приймають на себе надгортанник і розташовані вище органи ротоглотки, - голосові складки виявляються в щільному енергетичному середовищі і, будучи звільненими від необхідності стримувати надмірно сильний тиск повітря, що видихається, залишаються енергетично захищеними навіть при співі гранично високих звуків.

Тому у співаків, у яких співає «звукова хвиля» і «озвучується дихання», голосові складки не втомлюються навіть при тривалому співі, а поява

неприємних відчуттів в області гортані оцінюється ними як ознака недосконалості вокальної техніки.

Посилення голосів в опері

Опера до останнього часу залишалася суто акустичним жанром, в якому уникали застосування технічних методів для звукопідсилення та звуковідтворення. Поняття «оперний голос» було і залишається синонімом потужного вокалу, здатного заповнити простір зали з місткістю кількох сотень глядачів та перекрити оркестр, що супроводжує. Тому заповненню зали звуком, «посиланням» його на кілька десятків метрів спеціально навчали в центрах підготовки оперних співаків.

До звукопідсилення в опері ставлення завжди було негативним. Ось думка одного зі співаків, висловлена ним на форумі, присвяченому обговоренню цієї проблеми:

«На мій погляд це образливо для всієї співочої спільноти... Проте те, що таке явище існує - факт, причому часто на найвищих кар'єрних поверхах - зараз великі кар'єри більше пов'язані зі звукозаписом, ніж власне з оперою, а це зовсім не одне і те саме...

Особисто я ніколи не співав оперу з підзвучкою, хоча в інших жанрах і концертах таке іноді траплялося - перегортати нормальний оркестр можна, а підзвучений оркестр вже не вийде - це вже зовсім інше акустичне середовище... На моїй пам'яті підзвучку в опері лише один раз використовували при мені, та й то для спеціального ефекту, як Голова в "Руслане".»

Поява звукопідсилення в опері спричиняє необхідність вирішення великої кількості нових завдань. Для того щоб не розпоршуватися, виділимо поки що головне із завдань – завдання правильного відтворення тембрів голосів солістів. Перебуваючи у залі театру, слухач чує голос співака з відстані до кількох десятків метрів. Внаслідок того, що тембр голосу охоплює

досить широкий діапазон частот, спрямованість випромінювання для них буде різною. Високі частоти мають більшу спрямованість і великий кут розсіювання. Тому в природній акустиці звучання високої співочої форманти дещо пом'якшується. Для слуху глядача, що знаходиться в залі, приємні дзвінки голоси. Під час співу в близько розташований мікрофон висока форманта звучить дуже різко («б'є по вухах»). Це змушує звукорежисерів дещо приглушувати смугу частот близько 3000 Гц.

При цьому завжди є небезпека спотворити тембр голосу співака.

Друге явище, яке вимагає особливої уваги звукорежисерів, – це вібрато, властиве правильно поставленим голосам. Може бути і неправильне вібрато – воно є наслідком неправильної постановки голосу, але ми виключимо його з розгляду. Правильне вібрато в умовах природної акустики сприяє збільшенню польоту голосу. Його сприйняття для слухача залежить від часу реверберації залу. При великій реверберації вібрато стає менш помітним, ніби згладжується. Під час будівництва оперних театрів завжди намагалися зробити реверберацію оптимальною. Якщо голос записується за допомогою спрямованого мікрофона, то вібрато навпаки підкреслюється. Таким чином, можна позначити два завдання для звукорежисерів, які поки що пов'язані лише з правильною передачею тембру співака в опері:

- прийнятна передача високої співочої форманти без помітного на тембр голосу;

- вибір правильного часу реверберації для правильної передачі вібрато.

Вирішення першого завдання передбачає деяке зниження інтенсивності частот у смузі 2700 – 3200 КГц. Розв'язання другої задачі лежить у площині вибору приміщення з потрібною реверберацією або додавання реверберації програмними методами цифрової обробки звуку.

У опері всі джерела звуку, що є сцені, переміщуються. При звукопідсиленні треба створити ілюзію переміщення по фронту (панорама) та

у глибину сцени. Можете собі уявити, якою кваліфікацією має бути технічний персонал, який здійснює таку трансляцію, і скільки коштуватиме така система звукопідсилення.

А як полегшити завдання для звукорежисерів? Потрібно, щоб голоси були менш дзвінкими – тоді не потрібно впливати на тембр, і були прямими (без вібрато) – тоді полегшується вибір часу реверберації. Так виникла плеяда сучасних оперних зірок, голоси яких поставлені те щоб полегшити їх посилення. З іншого боку, вони тепер здебільшого самі вимагають посилення, оскільки гучність і польотність їх голосів знизилася (втрачені обидва фактори гучності та польотності), і не завжди їхні голоси здатні заповнити театр із природною акустикою.

Ось ще одна думка з форуму:

«1. Питання в тому, що:

а) – "ненормальність у всьому" – сьогодні поступово стала НОРМОЮ.

б) - людство (у переважній більшості) - просто... ОГЛОХЛО: притупився слух.

І пов'язано це із повсюдним застосуванням звукопідсилювальної апаратури. Навіть там, де вона зовсім і не потрібна. (Це пов'язано і з тим, що "всі хочуть їсти", зокрема і виробники самої апаратури). Так само як і ті, хто "проштовхує/нав'язує" повсюдно цю звукопідсилювальну апаратуру.

2. З іншого боку – "гігантоманія" у плані спорудження гігантських сучасних залів з 5-30 тис. глядачів ВИМУШУЄ застосовувати звукотехніку.

Варто заглибитись не в обговорення проблем оперної та концертної індустрії, але звернути увагу на пов'язані з цим зміни у вокальній техніці та методах підготовки співаків для опери. Ці зміни є неприйнятними для тих, хто любить оперний вокал у його класичному вигляді.

3.2 Аналіз емпіричних напрацювань зі звукорежисури у оперному мистецтві

Зал Львівської опери

Особливість звучання оркестру Львівської опери полягає у тому, що воно зазвичай відбувається із оркестрової ями, хоча й бувають сценічні концерти. Склад оркестру зумовлений репертуаром, тому залишається сталим та може змінюватись незначною мірою, залежно від вистав.

Звучання із оркестрової ями має свої особливості й насамперед несе акомпануючу функцію в таких жанрах як опера та оперета. Акустичні параметри визначають умови, в яких звучить оркестр, що регламентується вимогами до театрів, де значна частина уваги приділяється розбірливості мови.

Оцінки звучання та запису відображені у діаграмах 3.1.3, 3.1.4, 3.1.5. Вони показали, що існують суттєві розбіжності у звучанні оркестру при розміщенні його в оркестровій ямі чи на сцені.

При розміщенні оркестру в оркестровій ямі такий показник як просторовість, отримав дещо занижену оцінку, що пов'язано з внутрішнім інтер'єром самого залу і підтверджується об'єктивними акустичними параметрами. Розміщення оркестру в ямі не дає достатньо відчутної ширини звучання в горизонтальному плані та просторової локалізації музичних інструментів, особливо в глибину, що пов'язано з бінауральними властивостями людського слуху. Тембр звучання отримав високу оцінку, що видно із таких показників як теплота, м'якість, світлість, яскравість, що характеризують спектральний склад в області низьких і високих частот.

Чистота і прозорість дають реалістичне сприйняття кожного із компонентів звукової картини. У таких жанрах як опера та оперета крім таких фактурних елементів, як мелодична та гармонічна лінії, також присутня чіткість дикції, розбірливість текстового матеріалу. Визначеність музичних інструментів, присутніх на момент звучання, чітка та відчувається навіть у

всіх найвіддаленіших місцях залу. Натомість розбірливість текстового матеріалу та мовних елементів з віддаленням від сцени дещо знижується, особливо на бічних ярусах балконів. Це підтверджується оцінками, даними експертами.

Гучність та динамічний діапазон під час звучання музики отримали високу оцінку. Тут відчувається ідеальне поєднання складу оркестру та розмірів акустичного середовища. Щодо показника близькості та присутності, то він дещо занижений за рахунок розміщення оркестру в оркестровій ямі. Текстура звучання музичного матеріалу завжди м'яка, тепла. Звуковий баланс завжди присутній. У цьому немала заслуга диригентів та їх вміння збалансувати оркестр під час сольної гри та під час акомпанементу.

Слуховий контроль (підтримка, взаємодія) у звучанні, тобто чутність себе й інших учасників оркестру, що оцінювався музикантами оркестру, отримав хорошу оцінку. Це можна пояснити створенням сприятливого звукового середовища всередині оркестрової ями. Під час проходження концертів відчутних шумів не спостерігалось, крім традиційного шуму публіки.

При розміщенні оркестру на сцені оцінка звучання за критеріями показала нижчі результати, ніж при розміщенні в ямі. На формування звучання оркестру має вплив форма, розміри, об'єм та інтер'єр сцени. В силу достатньо відчутної глибини та висоти перекриття над сценою, інструменти, що розміщуються на задній та частково середній лініях, не достатньо «присутні» в оркестровій фактурі. Особливо це стосується тих інструментів, що мають широку діаграму напрямленості в області середніх та високих частот і помірну силу звучання. Наприклад, арфа чи дерев'яні духові. Менше це відчутно в мідних духових. Взагалі звук, сформований оркестром, крім поширення у напрямку залу, розпоршується в сценічному просторі та поглинається інтер'єром сцени, таким як бічні та задня куліси.

Усі ці явища помітно впливають на звучання оркестру. Такі показники оцінки звучання, як: просторовість, тембр, чистота, прозорість, близькість,

текстура, звуковий баланс, підтримка отримали нижчі результати від оцінок звучання в оркестровій ямі. Особливо це відчувається у тембральних характеристиках, де звучання може бути тьмяним, матовим при звучанні одночасно інструментів середньої та задньої ліній.

Розбірливість гармонічної фактури також є недостатньою за рахунок тембрального маскуванню інструментів заднього плану. Розміщення на сцені оркестру відобразилось також на показникові сценічного комфорту (підтримка, взаємодія). Музиканти недостатньо контролюють звучання між собою на віддалених місцях, а це має безпосередній вплив на злагодженість в ансамблі. Текстура звучання дещо матова. Гучність, динамічний діапазон, ширина та шуми помітно не відрізняються від попередніх оцінок. Загалом звучання оркестру зі сцени отримало нижчу оцінку, ніж звучання із оркестрової ями.

При прослуховуванні записів оцінки, в основному, співпали з оцінкою живого виконання, за винятком таких, як стереофонічний ефект та звукові плани, близькість та присутність, які були покращені за рахунок коректно проведеної мікрофонної сесії звукозапису. На жаль таких записів дуже мало.

В основному, записи, які проводила Львівська телерадіокомпанія, не стереофонічні, що пов'язано зі специфікою її ефірного мовлення.

При багатомікрофонній сесії пару флангових мікрофонів доречно розташувати над оркестровою ямою, так, щоб діаграми напрямленості охоплювали максимально групи інструментів. Додатково в самій оркестровій ямі потрібно встановити мікрофони на окремі групи інструментів. Окрему пару доцільно скерувати безпосередньо на сцену для запису солістів.

При розташуванні оркестру на сцені флангові мікрофони слід поміщати перед оркестром. Групи інструментів переозвучуються окремими мікрофонами. В силу більш розширеного розміщення оркестру доцільно встановити додаткові акцент-мікрофони на інструменти, більш віддалені від передньої лінії (арфа, ударні, контрабаси) з відповідною часовою корекцією.

При стереозаписі однією сумісною парою мікрофони доречно розмістити позаду диригента на висоті не менше 2,5 м. Як показало прослуховування, найкращі результати були досягнуті при багатомікрофонній сесії звукозапису.

У деяких випадках для покращення відчуття просторовості можна застосувати штучну художню обробку звукового матеріалу за допомогою цифрових ефект-процесорів. Потрібно пам'ятати, що цей прийом призведе до порушення передачі реальної акустичної атмосфери середовища та змінить сприйняття просторового звукового образу, який не відповідає реальній картині.

При оцінюванні звучання на основі записів, зроблених за допомогою імітатора людської голови, зазначено, що найкраще сприйняття музичного матеріалу відбувається з 5-го ряду та до середини партеру на місцях між двома проходами та у директорській лоджії. При поступовому віддаленні від сцени показники сприйняття погіршуються, особливо на верхніх, віддалених ярусах балконів.

Загалом, звучання оркестрової музики у Львівській опері відповідає стандартам звучання класичної музики при розміщенні оркестру в оркестровій ямі, про що свідчать результати суб'єктивного оцінювання та об'єктивні акустичні параметри. Майже непомітний брак просторовості сповна компенсується іншими показниками, що виводить звучання оркестрів у Львівській опері на перше місце, порівняно з іншими досліджуваними залами.

Для покращання звучання зі сцени оркестр доцільно розташувати на авансцені, а сценічний простір відокремити кулісою.

Суб'єктивна оцінка звучання оркестрів										
(заповнено)										
Концертний зал Львівського оперного театру ім. С. Крушельницької										
(Рівень)										
Кількість анкет 96										
№	Суб'єктивний критерій	Бальний рейтинг					Об'єктивні акустичні параметри			
		1	2	3	4	5				
1	Просторовість, просторова перспектива	1	2	3	4	5	RT, EDT			
	Кількість оцінок			14	50	32				
	Сума по балах			42	200	160	фактичні рекомендації			
	Середній бал					4,2	1,2% / 0,1% - 2,0%			
2	Широта	1	2	3	4	5	1-4ACC _{0.1} /LF ₀			
	Кількість оцінок			10	44	42				
	Сума по балах			30	176	210	фактичні рекомендації			
	Середній бал					4,3	0,7% / 0,6% - 0,7% / 20,1%			
3	Тембр	1	2	3	4	5	SR / B ₀			
	Кількість оцінок			4	36	56				
	Сума по балах			12	144	280	фактичні рекомендації			
	Середній бал					4,5	1,1% / 0,0% 1,1-1,4% / 20,8%			
4	Чистота, прозорість, реалізм	1	2	3	4	5	См/DT0			
	Кількість оцінок			6	32	56				
	Сума по балах			24	128	280	фактичні рекомендації			
	Середній бал					4,5	5,1% / 0,0% - 4,0% / 2,0% / 10%			
5	Гучність, динамічний діапазон	1	2	3	4	5	Gn			
	Кількість оцінок			10	25	56				
	Сума по балах			40	110	280	фактичні рекомендації			
	Середній бал					4,6	4 - 5,5дБ			
6	Кольоровість, присутність	1	2	3	4	5	ITDG			
	Кількість оцінок			12	44	40				
	Сума по балах			36	176	200	фактичні рекомендації			
	Середній бал					4,3	15дБ - 20 - 40дБ			
7	Текстура	1	2	3	4	5				
	Кількість оцінок			6	48	42				
	Сума по балах			18	192	210				
	Середній бал					4,4				
8	Звуковий баланс	1	2	3	4	5				
	Кількість оцінок			4	36	56				
	Сума по балах			12	144	280				
	Середній бал					4,5				
9	Штуковина, взаємодія (музиканти оркестр)	1	2	3	4	5	ST(r)u _{0.1}			
	Кількість оцінок			4	36	56				
	Сума по балах			12	144	280	фактичні рекомендації			
	Середній бал					4,5	-10дБ -14,-12дБ			
10	Шумові перешкоди	1	2	3	4	5				
	Кількість оцінок			6	44	46				
	Сума по балах			18	176	230				
	Середній бал					4,4				
11	Загальне враження	1	2	3	4	5				
	Кількість оцінок			4	42	50				
	Сума по балах			12	168	250				
	Середній бал					4,3				

Суб'єктивна оцінка звучання оркестрів
(заповнюється)

Концертний зал Львівського оперного театру ім. С. Крушельницької

Кількість балів: 10

№	Суб'єктивні критерії	Бальний рейтинг					Об'єктивні акустичні параметри
		1	2	3	4	5	
1	Просторовість, просторова організованість	1	2	3	4	5	RT, EDT
	Кількість оцінок		2	5	2		
	Сума по балах		6	14	10		фактичне реалізовані
	Середній бал				4		1.25, 1.85, 1.6, 1.25
2	Шарм	1	2	3	4	5	1-5aCC(1/2)z
	Кількість оцінок		3	5	2		
	Сума по балах		9	15	10		фактичне реалізовані
	Середній бал				3.5		0.72/0.8, 0.76/0.8
3	Тембр	1	2	3	4	5	SR, TR
	Кількість оцінок		2	5	3		
	Сума по балах		6	12	15		фактичне реалізовані
	Середній бал				3.5		1.12/0.81, 1.1-1.49/0.81/0.87
4	Чистота, прозорість, розбірливість	1	2	3	4	5	SR, D10
	Кількість оцінок		2	7	1		
	Сума по балах		6	14	5		фактичне реалізовані
	Середній бал				3.5		1.14/0.85, -4 до 1.67/1.85
5	Гучність, динамічний діапазон	1	2	3	4	5	SR
	Кількість оцінок		0	5	4		
	Сума по балах			14	20		фактичне реалізовані
	Середній бал				4.4		1.72/0.8, 1.1-1.5/0.8
6	Кількість, просторовість	1	2	3	4	5	TRD
	Кількість оцінок		2	5	3		
	Сума по балах		6	12	15		фактичне реалізовані
	Середній бал				3.5		1.5, 1.8 - 0.85
7	Текстура	1	2	3	4	5	
	Кількість оцінок		2	7	1		
	Сума по балах		6	14	5		
	Середній бал				3.5		
8	Звучний баланс	1	2	3	4	5	
	Кількість оцінок		4	4	2		
	Сума по балах		12	16	10		
	Середній бал				3.5		
9	Потрапляє, вкладає звуківки оркестр	1	2	3	4	5	TR, D10
	Кількість оцінок		4	4	2		
	Сума по балах		12	16	10		фактичне реалізовані
	Середній бал				3.5		1.65, 1.4-1.2/0.8
10	Шумні впрямки	1	2	3	4	5	
	Кількість оцінок		0	5	2		
	Сума по балах			10	10		
	Середній бал				4.2		
11	Загальне враження	1	2	3	4	5	
	Кількість оцінок		1	5	4		
	Сума по балах		3	10	20		
	Середній бал				3.5		

Суб'єктивна оцінка звучання оркестрів									
(записи)									
Концертний зал Львівського оперного театру ім. С. Крушельницької									
Кількість анкет 24									
№	Суб'єктивні критерії	1	Бальний рейтинг						
			2	3	4	5			
1	Просторовість, просторова перспектива	1	2	3	4	5			
	Кількість оцінок						6	10	8
	Сума по балах						18	40	40
	Середній бал						4.1		
2	Стерефонічний ефект	1	2	3	4	5			
	Кількість оцінок						2	11	11
	Сума по балах						6	44	55
	Середній бал						4.4		
3	Тембр	1	2	3	4	5			
	Кількість оцінок						1	9	14
	Сума по балах						3	36	70
	Середній бал						4.5		
4	Чистота, прозорість, розбірливість	1	2	3	4	5			
	Кількість оцінок						2	8	14
	Сума по балах						6	32	70
	Середній бал						4.5		
5	Гучність, динамічний діапазон	1	2	3	4	5			
	Кількість оцінок						4	6	14
	Сума по балах						12	24	70
	Середній бал						4.4		
6	Близькість, присутність, звукові плани	1	2	3	4	5			
	Кількість оцінок						3	11	10
	Сума по балах						9	44	50
	Середній бал						4.3		
7	Текстура	1	2	3	4	5			
	Кількість оцінок						1	11	12
	Сума по балах						3	44	60
	Середній бал						4.5		
8	Звуковий базис	1	2	3	4	5			
	Кількість оцінок						2	12	10
	Сума по балах						6	48	50
	Середній бал						4.3		
9	Техніка мікрофонного прийому	1	2	3	4	5			
	Кількість оцінок						1	13	10
	Сума по балах						3	52	50
	Середній бал						4.4		
10	Шумові перешкоди	1	2	3	4	5			
	Кількість оцінок						1	9	14
	Сума по балах						3	36	70
	Середній бал						4.5		
11	Загальне враження	1	2	3	4	5			
	Кількість оцінок						1	11	12
	Сума по балах						3	44	60
	Середній бал						4.5		

ВИСНОВКИ

Хоч ще і виринають скандали вимогливої публіки по боротьбі з технічним підсиленням співу вокалістів зі сцени оперних театрів під час класичних вистав, наприклад в Мадриді та Нью-Йорку, ми ризикуємо опинитися в реальності, коли шанувальники оперного мистецтва втратять можливість чути живе звучання голосів в супроводі симфонічного оркестру в природній акустиці оперного театру. Звичайно, сучасні технічні засоби повинні використовуватися в оперному мистецтві, але не замінюючи професійну підготовку митців.

Схожість

Джерела з Інтернету

13

1	https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%80%D1%85%D1%96%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B...	0.98%
2	http://um.co.ua/2/2-6/2-64967.html	0.74%
3	http://inmad.vntu.edu.ua/portal/static/6DCAC787-2A40-4298-AA35-31205BB2BAC5.pdf	0.62%
4	https://cyberleninka.ru/article/n/metody-otsenki-akusticheskikh-kachestv-opernih-zalov	0.16%
5	http://um.co.ua/4/4-15/4-159513.html	0.19%
6	http://um.co.ua/14/14-2/14-27134.html	0.18%
7	https://openarchive.nure.ua/bitstream/document/11101/1/2019_M_MIRES_Lisovy_R_O.doc	0.08%
8	http://www.knukim.edu.ua/wp-content/uploads/2015/03/Drukovani-pratsi-2013.doc	0.06%

6 джерел

Цитати

Цитати

6

- 1 G0 80, C80 низькочастотна звукова енергія, бокова звукова енергія Ясність, розрізняльність (Clarity, Definition) C80 (музыка), C50 (речь), TS Ширина істочника (ASW) LG0-80, LF0-80, IACC0-80 Охоплення звуком (LEV) Gperc80-inf, LF80- jnf, IACC80- jnf Гучність (Loudness) G, G re Життєвість, повнота (Reverberance, Leveness, Full- ness) RT30, EDT, EDT350-380, C80 (як корелят повноти) Тембр (Timbre) Графік значень EDT для октавних полос Тональний баланс (Tonal balance) DL Висока частоти (Treble) TR Теплота (Warmth) G, Early bass level, Bass RT ratio Текстура (Texture) Objective texture (аналіз огибаючої імпульсної ха- рактеристики) Інтимність (Intimacy) - (присутність, камерність, близькість) визначає для слухача уявний розмір простору, в якому він слухає музику.
- 2 «суб'єктивний термін, що відповідає переважно часу реверберації на частотах 350-1400 Гц»
- 3 "група музичних інструментів, призначених для спільного виконання музичних творів"
- 4 ». В сучасних умовах таке попередження виглядає надмірно грізним, оскільки умови в порівнянні з часами Карузо істотно змінилися. Тоді для того, щоб співати партії першого плану в театрах вищої категорії, треба було володіти потужним (більше 120 дБ) голосом. Голоси, які розвивали до 110 дБ, могли в цих театрах співати тільки партії другого плану. Але вони могли успішно співати партії першого плану в театрах другої категорії. Все змінилося з появою техніки підсилення звуку. Тепер навіть в театрах вищої категорії (не кажучи вже про концертні зали) застосовується підзвучка. І тепер ті, хто міг розраховувати тільки на партії другого плану, можуть розраховувати на головні партії. Більш того, підзвучка любить прямі голоси. Ось і з'являється нова плеяда співаків, які співають прямим звуком і на горлі. Вони вже встигли виховати смаки публіки в напрямку прямого і горлового звуку. Розрив між технікою співу старих майстрів і сучасною технікою зростає. Головна відмінність цих технік полягає в використанні (або невикористанні) грудного тону. Грудний тон замінюється горловим. Розуміння принципового значення прикриття надгортаником верхнього отвору гортані в значній мірі прояснює механізм збереження у оперних співаків грудного звучання голосу на двооктавному діапазоні. Як 52 відомо, головна проблема навчання вокальній техніці академічного співу полягає в тому, що в більшості випадків діапазон грудного звучання співочого голосу у початківців співаків не перевищує одну-півтори октави. І перед педагогом постає завдання щодо навчання певним технічним навичкам, володіючи якими, співак виявляється здатним зберігати грудне звучання свого голосу в більш високій тесситурі і розширити його діапазон до двох і більше октав, необхідних для співу в опері. У вокальній теорії ці навички пов'язані з поняттям «прикриття звуку» - терміна, що з'явився на рубежі XIX - XX століть і залишається до теперішнього часу словосполученням з вельми невизначеним реальним змістом. Загальноприйнятого розуміння, в чому практично полягає прийом «прикриття звуку», не існує, як немає єдності і в розумінні меж його використання. В даний час ми сміливо можемо говорити, що грудне звучання голосу співака обумовлене вібрацією повітряного стовпа, укладеного в трахеї і головних бронхах. Це не тільки підтверджено експериментально (Морозов), але і відповідає практиці: втрата відчуття зародження голосу в центрі грудей (в області біфуркації трахеї) неминуче призводить до втрати ясно вираженого грудного звучання голосу, що оцінюється і самим співаком, і його слухачами як «зняття звуку з грудей». Прикриття надгортаником верхнього отвору гортані дозволяє співакові розширити діапазон грудного звучання свого голосу, зберігаючи при цьому оптимальними можливі акустичні умови для роботи голосових складок. Оскільки функцію опору потоку повітря, що видихається, в цьому випадку приймають на себе надгортаник і розташовані вище органи ротоглотки
- 5 «На мій погляд це образливо для всієї співочої спільноти... Проте те, що таке явище існує - факт, причому часто на найвищих кар'єрних поверхах - зараз великі кар'єри більше пов'язані зі звукозаписом, ніж власне з оперою, а це зовсім не одне і те саме... Особисто я ніколи не співав оперу з підзвучкою, хоча в інших жанрах і концертах таке іноді траплялося - перегортати нормальний оркестр можна, а підзвучений оркестр вже не вийде - це вже зовсім інше акустичне середовище... На моїй пам'яті підзвучку в опері лише один раз використовували при мені, та й то для спеціального ефекту, як Голова в "Руслане".»
- 6 «1. Питання в тому, що: а) - "ненормальність у всьому" - сьогодні поступово стала НОРМОЮ. б) - людство (у переважній більшості) - просто... ОГЛОХЛО: притупився слух. І пов'язано це із повсюдним застосуванням звукопідсилювальної апаратури. Навіть там, де вона зовсім і не потрібна. (Це пов'язано і з тим, що "всі хочуть їсти", зокрема і виробники самої апаратури). Так само як і ті, хто "