

**КОМУНАЛЬНИЙ ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ
КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ РАДИ
«АКАДЕМІЯ МИСТЕЦТВ ІМЕНІ ПАВЛА ЧУБИНСЬКОГО»
Кафедра музичного мистецтва естради**

КВАЛІФІКАЦІЙНА (ДИПЛОМНА) РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня бакалавр
На тему:

**«Особливості роботи з концертними комплексами
у контексті звукорежисури»**

Галузь знань 02 «КУЛЬТУРА І МИСТЕЦТВО»
Спеціальність 025 "МУЗИЧНЕ МИСТЕЦТВО"
Освітньо-професійна програма: «ЗВУКОРЕЖИСУРА»
Професійна кваліфікація: 2455.2 Звукорежисер; 2453.2 Музичний оформлювач

Виконав:

Студент випускної групи 4-БЕМ(з)
Пастушенко Максим Юрійович

Керівник:

Кандидат мистецтвознавства, доцент
кафедри музичного мистецтва естради
Овсянніков Вячеслав Георгійович

Допустити до захисту

Протокол засідання кафедри від «___» _____ 2025 р. № _____
Завідувач кафедри музичного мистецтва естради

(_____) Карпенко-Боднарук Ж. Л.
(підпис)

Київ 2025

Зміст

| | |
|--|-----------|
| Вступ | 3 |
| РОЗДІЛ I. Концертний комплекс: Історичний аспект розвитку концертних комплексів та звукорежисури | 5 |
| 1.1. Архітектурно-акустична еволюція концертних залів..... | 5 |
| 1.2. Впровадження електронного звукопідсилення та поява професії звукорежисера..... | 6 |
| 1.3. Новітні технології і сучасні вимоги публіки..... | 8 |
| РОЗДІЛ II. Приклади реалізацій акустико-технічних рішень у концертних комплексах | 12 |
| 2.1. Royal Albert Hall (Лондон, Велика Британія) – модернізація історичного залу..... | 12 |
| 2.2. Musis Arnhem (Паркзаал, Арнем, Нідерланди) – мультифункціональна зала зі змінною акустикою..... | 14 |
| 2.3. Shaanxi Grand Theater (Сіань, Китай) – сучасний комплекс із світовими стандартами | 17 |
| 2.4. Національний палац «Україна» (Київ, Україна) – впровадження лінійного масиву в головній концертній залі країни..... | 18 |
| 2.5. Sphere (Лас-Вегас, США) – ультрасучасна арена з іммерсивними технологіями..... | 20 |
| РОЗДІЛ III. Практичні аспекти роботи звукорежисера у концертних комплексах | 25 |
| 3.1. Підготовка звукової системи: проектування, мобільність, налаштування..... | 25 |
| 3.2. Озвучення open-air: фестивалі, стадіони, вуличні концерти..... | 28 |
| 3.3. Гібридні та крос-медійні формати: інтеграція живого звуку з іншими медіа..... | 30 |
| 3.4. Робота в команді: звукорежисер, технічний персонал, виконавці..... | 32 |
| Висновки | 36 |
| Список використаних джерел | 43 |

Вступ.

Концертні комплекси – від класичних філармонійних залів до сучасних багатоцільових арен та open-air майданчиків – є складними архітектурно-акустичними просторами, в яких відбувається взаємодія між фізичними властивостями приміщення, технічними засобами звукопідсилення та творчою роботою звукорежисера. Звукорежисура як професія еволюціонувала поруч із розвитком самих концертних просторів та технологій: від акустичних хитрощів стародавніх театрів до високотехнологічних цифрових систем об'ємного звуку. Дослідження особливостей роботи зі звуком у концертних комплексах є актуальним, оскільки поєднує історичний аналіз розвитку залів і звукових технологій, вивчення успішних сучасних кейсів інсталяцій, а також практичні аспекти діяльності звукорежисера.

Метою цього дослідження є комплексний аналіз еволюції концертних комплексів і звукорежисерських підходів, розгляд конкретних реалізацій звукових систем у різних залах та майданчиках, а також визначення методики роботи звукорежисера в сучасному середовищі.

Актуальність дослідження зумовлене потребою у системному аналізі технічних рішень, структурі роботи звукорежисера та взаємодії з сучасними концертними системами. Дослідження цієї проблематики має не лише практичне, але й педагогічне значення для фахової підготовки майбутніх звукорежисерів. Тому дана тема є своєчасною та затребуваною як у науковому середовищі, так і в реальному музичному виробництві.

Об'єктом дослідження є сучасна система концертного звукопідсилення, як комплекс технічних, просторових та організаційних складових у сфері живого звуку. Це багаторівневе явище, що охоплює архітектурну акустику, електронне обладнання та методики управління аудіо середовищем.

Предметом дослідження виступають засоби, прийоми та специфіка роботи звукорежисера у процесі проектування, налаштування й експлуатації звукових систем на концертних майданчиках.

Теоретичне та практичне значення роботи. Теоретичне значення виявлене у аналізі структури професійної діяльності звукорежисера в умовах великих концертних просторів й охоплює як матеріально-технічні, так і художньо-когнітивні аспекти діяльності звукорежисера в сучасному концертному середовищі. Практичне значення роботи полягає у виявленні практичних рішень, здатних підвищити якість аудіального досвіду на концертних майданчиках.

Для досягнення мети поставлено такі завдання:

- простежити історичний розвиток архітектури концертних залів та систем звукопідсилення, а також зміну вимог публіки й ролі звукорежисера (Розділ 1);
- проаналізувати приклади успішних національних та міжнародних реалізацій звукових систем у концертних просторах, акцентуючи увагу на акустичних рішеннях, інноваційних технологіях (наприклад, системах d&b Soundscape та L-Acoustics L-ISA) і ролі звукорежисера в цих проєктах (Розділ 2);
- дослідити практичні аспекти роботи звукорежисера: використання мобільних систем у турах, специфіку озвучення open-air заходів, роботу з гібридними форматами та крос-медійними проєктами, налаштування звуку під різні простори та командну взаємодію зі службами і артистами (Розділ 3).

Дослідження спирається на академічні джерела з акустики та звукотехніки (зокрема праці Ергла, Рамзі, публікації AES), профільні технічні документи провідних виробників аудіосистем (L-Acoustics, Meyer Sound, d&b audiotechnik) та аналіз реальних кейсів, у тому числі українських.

Структура роботи. Робота структурована у трьох розділах, кожен з яких завершується стислими висновками, узгодженими із загальними підсумками.

Розділ I. Історичний аспект розвитку концертних комплексів та звукорежисури

1.1. Архітектурно-акустична еволюція концертних залів

Розвиток концертних комплексів як архітектурно-акустичних просторів має глибокі історичні корені. Ще в античності будівничі створювали театри й амфітеатри, що використовували принципи природної акустики для підсилення звуку. Знаковим прикладом є римські амфітеатри, зокрема побудовані за принципами Вітрувія: напівкругла форма та ярусне розташування глядачів фокусували увагу на сцені та зменшували затухання звуку на відстані [16]. Така архітектура забезпечувала чудову видимість і водночас сприяла тому, щоб голос актора чи музика долинали до найвіддаленіших рядів без електронного підсилення. Отже, акустика архітектури була першим “звукорежисером” стародавніх концертних просторів.

У наступні епохи принципи будівельної акустики вдосконалювалися. В епоху бароко та класицизму з’явилися закриті концертні зали та оперні театри, спроектовані спеціально для музичних виступів. Тодішні композитори навіть враховували особливості залів у своїх творах: наприклад, церковна хорова музика писалася повільною та величною, адже виконувалася у великих ревербераційних храмах, тоді як камерна музика була стрімкішою, бо призначалася для малих салонів із коротким відлунням [16]. Знаковим досягненням на рубежі XIX–XX ст. стала наукова акустика залів: роботи Уоллеса Сабіна, який дослідив залежність між об’ємом приміщення, площею звукопоглинальних поверхонь і часом реверберації, лягли в основу проектування таких легендарних залів, як Бостонський симфонічний зал (1900). Класичні концертні зали цього періоду (Музикферайн у Відні, Концертгебау в Амстердамі тощо) відомі своїми «теплыми» акустичними властивостями – тривалим ревербераційним хвостом (~2 секунди), рівномірним звучанням у залі та природним балансом оркестрових інструментів. В цих умовах жива акустика залу фактично виконувала роботу сучасного звукопідсилення, а посадові особи, відповідальні за звук, обмежувалися акустиками, що консультували архітекторів.

1.2. Впровадження електронного звукопідсилення та поява професії звукорежисера

На початку ХХ століття відбувся справжній переворот – поява електроакустичних технологій, зокрема мікрофона та гучномовця. Винахід електродинамічного гучномовця (Е. Kellogg та С. Rice, 1925) і розвитку електронних підсилювачів відкрив можливість штучно підсилювати звук у реальному часі. Перші експерименти зі звуковим підсиленням стосувалися, головним чином, мовлення: відомо, що під час промови президента США Вудро Вільсона в 1919 році використовувалася система компанії Magnavox, щоб донести голос до багатотисячної аудиторії на відкритому повітрі. У музичній сфері електронне підсилення вперше застосовувалося в 1930-х роках для озвучення кінотеатрів і деяких великих заходів, але широке впровадження в концертну діяльність почалося після Другої світової війни.

З ростом потужності підсилювачів та вдосконаленням мікрофонів у 1950–60-х роках виник новий формат концертів – великі естрадні шоу на стадіонах і open-air фестивалі, які без електронного звуку були б неможливими. Світовим поворотним моментом став легендарний концерт The Beatles на стадіоні Shea (Нью-Йорк, 1965) – перший в історії виступ рок-гурту на величезному спортивному стадіоні для ~55 тисяч глядачів [16]. Ця подія продемонструвала як амбіції музичної індустрії, так і технічні проблеми: звукова система не впоралася з завданням – публіка ледве чула музику через обмежену потужність колонок і 100-ватних підсилювачів, а самі музиканти не чули себе через шалений крик фанатів [16]. Виступ на Shea Stadium висвітив критичну потребу в професіоналах, здатних налаштувати звук на таких масштабних майданчиках, – тобто фактично започаткував еру звукорежисерів концертів. Якщо раніше в камерних умовах роль «звукової рівноваги» забезпечував диригент та акустика залу, то відтепер потрібен був фахівець, який би проєктував і керував електронною звуковою системою.

У відповідь на виклики великої сцени кінець 1960-х – 1970-ті ознаменувалися бурхливим розвитком концертного звукового обладнання. З'являються перші спеціалізовані турові звукові системи. Піонерські компанії та інженери (наприклад, Bill Hanley – звукоінженер фестивалю Woodstock 1969) створювали нестандартні рішення: на Woodstock було встановлено кілька масивів колонок, що забезпечили на той час безпрецедентну потужність і охоплення аудиторії ~400 тисяч. Інший знаковий кейс – “Стіна звуку” Grateful Dead (1974): цей гурт разом зі своїми інженерами (Owsley Stanley, Dan Healy) сконструював гігантську модульну систему з десятків підсилювачів і гучномовців, розташованих за сценою, щоб досягти максимально чистого та гучного звучання без традиційних моніторів (музиканти чули себе напряду від “стіни” акустичних систем). Хоча та система була технічно складною і недовговічною, вона продемонструвала прагнення до чистоти звуку та відсутності спотворень навіть на великих аренах, встановивши нові стандарти для концертного саунду.

Паралельно із технікою формувалася і професійна спільнота звукорежисерів. Спершу цим займалися ентузіасти-інженери чи самі музиканти, але поступово сформувалися окремі ролі: ФОН (Front-of-House) інженер – відповідальний за звук для глядачів, та моніторний інженер – що забезпечує звук на сцені для виконавців. Звукові команди почали супроводжувати гастролі артистів. Наприклад, культовий гурт Pink Floyd у 1970-х возив з собою власну звукову систему і команду, впроваджуючи навіть квадрофонічне звучання на концертах (тур *The Wall*, 1980, мав складну квадрозвукову систему для спецефектів, керовану звукорежисером).

Наприкінці 1970-х – початку 1980-х під впливом розвитку студійних технологій в концертний звук приходять цифрові пристрої обробки сигналу – ревербератори, еквайзери, ефекти – що дозволяють урізноманітнити саунд наживо. Водночас зростає потужність та надійність підсилювачів (перехід від лампових до транзисторних дав змогу робити системи потужнішими, легшими і надійнішими) [16]. 1980-ті – це також поява безпроводних систем: радіомікрофони та індивідуальні

монітори (IEM). Перші комерційні бездротові in-ear монітори (Garwood, 1987) кардинально змінили сцену – музиканти отримали можливість чути персональний мікс у навушниках і вільно рухатися, не прив'язуючись до зони покриття сценічних моніторних колонок [17]. Це зменшило сценічний шум і дало звукорежисерам нові інструменти балансу звуку.

1.3. Новітні технології і сучасні вимоги публіки

Розвиток звукотехніки кінця XX – початку XXI століття значно розширив можливості роботи у концертних комплексах. Одним з найважливіших нововведень стала поява лінійних масивів акустичних систем. До початку 1990-х великі концертні колонки зазвичай складали в кластери, але це давало нерівномірне покриття: біля сцени дуже голосно, а на віддалі звук різко згасає. Прорив стався у 1993 році, коли Крістіан Хейль (L-Acoustics) представив систему V-DOSC – перший справжній лінійний масив для туrowого звуку [17]. Принцип лінійного масиву полягає у вертикальному підвішуванні багатьох однакових модулів-колонок, що випромінюють звук синфазно. Така конфігурація забезпечує кращу дальність і рівномірність: рівень гучності спадає повільніше з відстанню, горизонтальна діаграма широка, а вертикальна – вузька, щоб сконцентрувати енергію на слухачах і менше – в стелю чи підлогу [17]. Від моменту впровадження V-DOSC майже всі великі турові системи перейшли на лінійні масиви – сьогодні важко уявити великий фестиваль чи арену без характерних «J-подібних» підвісів колонок з обох боків сцени [17]. Для стаціонарних концертних залів також почали встановлювати лінійні масиви або їх різновиди для рівномірного озвучення балконів, лож і партеру.

Цифрова революція 1990-х – 2000-х охопила й мікшери. З появою на рубежі століть цифрових консолей (Yamaha PM1D, 2000; Digidesign Venue тощо) звукорежисери отримали можливість зберігати пресети налаштувань, використовувати вбудовані плагіни та ефекти і обслуговувати дедалі більше каналів з меншими габаритами обладнання [17]. Це значно спростило роботу на турах: консоль

можна підготувати заздалегідь, а на концерті лише відкоригувати під зал, забезпечуючи стабільно високий рівень міксу щодночі. Сучасні цифрові пульти також дозволяють одночасно вести декілька міксів (для РА, для запису, для трансляції), мають дистанційне керування по мережі, що дає гнучкість звукорежисеру переміщатися по залу з планшетом під час налаштування звуку.

Змінилася й свідомість публіки та її очікування. Сучасний слухач, привчений до якісних студійних записів і комфортного прослуховування, прагне, щоб наживо звук був гучним, але чистим, розбірливим та «об'ємним». Якщо у 1960-х роках глядачі великого рок-концерту були готові миритися зі спотвореннями чи луниною (як у ранніх аренах), то нині навіть на стадіоні очікують майже Hi-Fi якості звучання. Це стимулює впровадження інноваційних систем, що розширюють межі стереозвуку. В останні роки стали популярними іммерсивні аудіосистеми: зокрема, платформа L-Acoustics L-ISA (Immersive Sound Art) та система d&b Soundscape. Вони дають можливість розташувати багато акустичних систем навколо слухачів і здійснювати об'єктно-орієнтоване мікшування, коли звук кожного джерела панорується не просто вліво-вправо, а в реальне положення на сцені або навколо неї. Це створює враження “присутності” та натуральності – немов звук походить безпосередньо від виконавця, а не з колонок. Крім того, такі системи мають модулі електронної архітектурної акустики: наприклад, En-Space (в рамках d&b Soundscape) дозволяє додати в зал штучне відлуння знаменитих концертних залів. Вперше подібні рішення почали інтегрувати навіть у класичні зали. Показовим є приклад Королівського Альберт-холу (Лондон) – історичного залу, де в ході модернізації 2017–2018 рр. було встановлено 465 гучномовців d&b audiotechnik з системою розподілу звуку по всьому периметру залу, а інженери можуть додавати “тонке ревербераційне забарвлення”, змодельоване під акустику відомих залів, аби вирівняти сприйняття звуку на різних ярусах [7]. Така конвергенція архітектури і електроніки знаменує новий етап, коли для досягнення оптимального звучання поєднуються акустичний дизайн приміщення,

розгалужена система звукопідсилення та творчий підхід звукорежисера, який керує цим комплексом.

Отже, історичний розвиток концертних комплексів і технологій звукопідсилення пройшов шлях від повної залежності від природної акустики до сьогоденної синергії архітектурних та електронних засобів. Паралельно сформувалася і еволюціонувала професія звукорежисера: від інженера-ентузіаста при перших мікрофонах – до висококваліфікованого спеціаліста, що володіє арсеналом цифрових інструментів і керує складними просторовими звуковими інсталяціями задля досягнення головної мети – донести до слухача художній задум виконавця у найкращій якості.

Висновки до Розділу I

Історичний аналіз показує, що концертні комплекси постійно змінювалися під впливом технологічного прогресу та вимог слухачів. У допідсилювальну еру акустичні властивості залів були ключовими: архітектори використовували форму та матеріали приміщень для природного поширення звуку, забезпечуючи прийнятне звучання без технічних засобів. Впровадження електронного звукопідсилення в ХХ столітті дало можливість виступати на небачених раніше майданчиках (стадіонах, відкритих фестивалях), однак породило нові виклики – необхідність технічної грамотності та спеціального управління звуком. Так виникла професія звукорежисера концертів, яка еволюціонувала від простого обслуговування апаратури до творчо-технічної діяльності високого рівня. З другої половини ХХ ст. і до сьогодні спостерігається стрімкий розвиток аудіотехнологій: поява потужних портативних систем, лінійних масивів, цифрових консолей, іммерсивних багатоканальних систем. Це вимагає від звукорежисерів постійного освоєння нових інструментів. Публіка, зі свого боку, стала вимогливішою до якості звуку на концертах – очікується одночасно висока гучність, чистота, просторовість та комфорт. Історичний аспект демонструє,

що ефективна робота зі звуком у концертних комплексах завжди була міждисциплінарним завданням, що лежить на перетині архітектури, інженерії та мистецтва, а сучасний звукорежисер є спадкоємцем як знань акустиків минулого, так і інноватором, який впроваджує новітні рішення для публіки.

Розділ II. Приклади реалізацій акустико-технічних рішень у концертних комплексах

У цьому розділі розглянуто кілька показових кейсів інсталяції звукових систем у концертних просторах – як в Україні, так і за кордоном. Кожен приклад ілюструє певний аспект сучасних тенденцій: адаптацію історичних залів до нових вимог, проектування мультифункціональних просторів, впровадження інноваційних технологій (імітація акустики, об'ємний звук), а також роль звукорежисерів та інженерів у цих процесах.

2.1. Royal Albert Hall (Лондон, Велика Британія) – модернізація історичного залу

Королівський Альберт-гол – один з найвідоміших концертних залів світу, збудований у 1871 році. Його овалоподібна зала під куполом відома як архітектурний шедевр, але історично мала складну акустику: сильне довге ехо через форму купола. У 1969 році для боротьби з ехом під стелею встановили знамениті «літаючі гриби» – підвісні диски-дифузори, що дещо покращили акустику. Проте, з розвитком електронного підсилення та розширенням програми заходів (від симфоній до рок-концертів і навіть боксу) стало ясно, що потрібне комплексне рішення.

У 2017–2019 роках Альберт-гол пройшов масштабну звукову реконструкцію, що стала найбільшим вдосконаленням звуку за півстоліття [13]. За проєкт взялася компанія Sandy Brown Acoustics (акустичний консалтинг) разом з фахівцями фірми d&b audiotechnik. Основне завдання – забезпечити рівномірне покриття звуком на всіх рівнях зали (партер, коло, гальорка, 12 лож бенуару тощо) без порушення історичного інтер'єру. В результаті було інстальовано *найбільшу у світі постійну систему гучномовців в одному приміщенні*: 465 акустичних систем d&b, під'єднаних 15 км кабелів та 73 підсилювачами [7]. Вперше окремі кластери гучномовців отримали всі рівні: коло, гальорка і кожна з 144 приватних лож, щоб звук

“наблизити” до слухача і усунути мертві зони [7]. Центральні великі масиви обслуговують партер, а додаткові маленькі колонки приховані по периметру для верхніх ярусів.

Інженери створили детальну 3D-модель залу, змодельовали поширення звуку і оптимізували типи та розташування динаміків [7]. Наприклад, для галереї (стоячого верхнього ярусу), де дуже «живе» відлуння і тверді стіни, були додані спеціальні спрямовані випромінювачі та заплановано використання драпіровок для зменшення реверберації [7]. Результати перевершили очікування: тепер навіть місця під куполом мають чіткий звук, який майже не поступається партеру [7]. Зокрема, сім підвісних кластерів-«delay» у колі синхронізують час прибуття звуку до віддалених точок, тож навіть на краю зали слухач чує одночасно з фронтальним звуком, без запізнення [7].

Цікаво, що нова система дозволяє застосовувати електронну архітектурну акустику: у коло і ложі подаються не лише прямий звук, а й синтезований «амбітний» ревербераційний сигнал, змодельований на основі акустики знаменитих залів [7]. Це додає просторової цілісності – глядач у бенуарі чує відлуння ніби з основного залу, а не віддалений сухий звук. Фактично, така технологія є елементом іммерсивної системи (аналогічно до модуля En-Space у d&b Soundscape), хоч в публічних джерелах прямо не згадано, чи використано саме Soundscape DSP.

Для управління такою складною мережею використовуються сучасні цифрові інфраструктури: звуковий сигнал маршрутизовано через оптичну мережу на базі Optocore та Dante, зі встановленням центральних маршрутизаторів BroaMan Route66 для з'єднання цифрових консольних позицій (в залі використовуються цифрові пульти DiGiCo) [13]. Це забезпечує гнучкість – можна підключатися в різних точках зали, перемикати джерела, гарантувати резервування сигналу.

Роль звукорежисера в такому залі виходить на новий рівень: тепер він має у розпорядженні систему, котра “розумно” розподіляє звук, дозволяючи зосередитися на художньому міксі. Наприклад, для симфонічних концертів звукорежисер може лише додати трохи реверберації через систему, зберігаючи акустичне звучання, а для

рок-концерту – активувати всі підсилювачі й забезпечити рокове “м’ясо” рівномірно по залу без «гучних» та «тихих» зон. У відгуках зазначалося, що тепер якість звуку на різних заходах відповідає світовому рівню, а слухачі в будь-якій точці зали отримують однаково насичений і чіткий саунд [13]. Цей кейс демонструє, як грамотне поєднання акустичного аналізу, сучасних технологій (розподіленого озвучення, штучної реверберації) та роботи звукорежисерів дозволило історичному простору залу задовольнити сучасні вимоги публіки, зберігши свою автентичність.

2.2. Musis Arnhem (Паркзал, Арнем, Нідерланди) – мультифункціональна зала зі змінною акустикою

Musis Sacrum в Арнемі – концертний комплекс з багатою історією (існує з 1847 року), який нещодавно отримав нове життя завдяки масштабній реконструкції. У 2017 році відкрито новий Parkzaal – великий зал на 1600–2000 місць, спроектований як сучасний багатоцільовий простір для симфонічних концертів, поп-рок виступів і навіть заходів на відкритому повітрі. Унікальність Parkzaal полягає в його архітектурі: за сценою знаходиться гігантська скляна стіна 16×11 м, яка може відкриватися до міського парку [8]. Таким чином, зал здатний перетворюватися: у закритому стані – це традиційний концертний зал, а у відкритому – сцена, звернена в бік парку, що дозволяє проводити open-air концерти, де публіка слухає з вулиці, а частина звуку виходить назовні. Це рішення – технічні розсувні скляні панелі – дає можливість поєднати найкраще з двох світів: затишну акустику приміщення і атмосферу літнього паркового виступу [8; 9].

Такий інноваційний дизайн висуває складні вимоги до акустики та озвучення. У середині Parkzaal реалізовано систему змінної акустики: дерев’яні відбивачі та близько 400 панелей-поглиначів можуть змінювати положення, регулюючи реверберацію залу [4]. Для класичних концертів – відкрита дерев’яна поверхня для більшої реверберації; для amplified-музики – виставляються поглиначі, що «сушать» зал. Крім того, балконна конструкція і велика скляна поверхня створюють потенційно

нерівномірне звукове поле та можливі проблеми з низькими частотами (через площину скла).

У 2023–24 роках, щоб відповідати різноплановому використанню, зал оснастили сучасною лінійно-масивною системою L-Acoustics серії L. Проектування виконала компанія Fairlight (сертифікований партнер L-Acoustics) з урахуванням “двох облич” залу – акустичного і електропідсиленого [4]. Головний РА включає по одному модулю L-Acoustics L1 та L2D з кожного боку сцени (новітні колінеарні масиви L Series), доповнені чотирма сабвуферами KS21 з кожного боку, і ще 4 додатковими KS21 по залі для рівномірного басу [4]. Для заповнення близьких зон встановлено 4 колонки A10 Wide (інфілли) і 3 маленькі 5XT спереду сцени як фронт-філи для перших рядів [4]. Усю систему приводять в дію цифрові підсилювачі LA7.16i, LA12X, LA2Xi, а керування та обробка сигналу здійснюється процесором L-Acoustics P1, з’єднаним по мережі Milan-AVB (комутатор L-Acoustics LS10) [4]. Це одне з перших упроваджень L Series – нової серії, яка покликана поєднувати точність й компактність.

Проектувальники стикнулися з кількома викликами:

- забезпечити високий рівень звуку з рівномірним покриттям на всіх місцях (враховуючи балкон) для гучних концертів;
- водночас гарантувати низький рівень шуму власне системи для класичних подій (щоб фон від підсилювачів/вентиляції не заважав тихим пасажам) [4];
- мінімізувати візуальний вплив – колонки інтегрували в архітектуру так, щоб вони не порушували естетики модерного залу зі скляною стіною;
- і ще специфічно для Muis: система має працювати при відчиненій стіні, тобто частина звуку йде на парк. Це вимагало оптимізації фазової узгодженості і можливо використання зовнішніх додаткових колонок, коли зал відкритий (хоча деталей про це не надано, ймовірно, при відкритті стіни звукорежисери застосовують окремі налаштування).

Для вирішення цих задач застосували програмне моделювання Soundvision від L-Acoustics і провели ретельне налаштування. За словами Рене ван дер Ліндена, інженера Fairlight, при демонстрації нової L Series керівництву Musis стало очевидно, що система перевершує всі вимоги і є фактично новим стандартом, якого очікують гастролуючі колективи [4]. Обрання L-Acoustics було не випадковим, адже багато приїжджих продакшенів вимагають саме цю марку в технічних райдерах [4]. Отже, зала тепер оснащена за вищим світовим рівнем.

З точки зору звукорежисури, Musis Arnhem цікавий тим, що дає змогу практично «на льоту» адаптуватися до типу події. Звукорежисер, що працює в Parkzaal, мусить враховувати змінну акустику: наприклад, для оркестру він може мінімально застосовувати підсилення – лише підкреслити певні групи інструментів або взагалі не користуватися мейн-порталами, спираючись на природне відлуння зали (при закритій стіні і налаштованих відбивачах зала має власний достатній час реверберації, проєктований для класики). Навпаки, для рок-концерту він «осушує» зал панелями, вмикає повну систему L-Acoustics і отримує контрольований звук без гулкового відлуння – практично як у великому студійному залі. Якщо ж подія переходить в open-air формат з відкритою задньою стіною – виникає задача уникнути звукових затримок і фазових проблем між внутрішніми і зовнішніми частинами простору. Можливо, у таких випадках звукорежисери використовують окремі зовнішні акустичні системи для аудиторії в парку і синхронізують їх з внутрішніми.

Таким чином, Musis Arnhem – приклад універсального концертного комплексу, де архітектурні інновації (відчинена стіна, змінна акустика) поєднані з передовими аудіотехнологіями (сучасний лінійний масив, мережеві підсилювачі). Роль звукорежисера тут особливо важлива: він фактично є оператором «гнучкого» залу, приймаючи рішення, як налаштувати простір і звук під конкретний захід. В тісній співпраці з технічним персоналом залу (відповідальним за акустичні панелі, механізми стіни) звукорежисер забезпечує стабільно високоякісний звук – чи то камерна симфонія, чи гучний рок, чи open-air для тисяч глядачів у парку.

2.3. Shaanxi Grand Theater (Сіань, Китай) – сучасний комплекс із світовими стандартами

Shaanxi Grand Theater у місті Сіань – це новий (відкритий у 2017 році) багатофункціональний театр і водночас перший в Північно-Західному Китаї міжнародний професійний центр виконавчих мистецтв [14]. Він вміщує 2040 глядачів, має два яруси балконів, розділений партер та великий відкритий оркестровий підземний хор (що дозволяє використовувати повний симфонічний склад) [14]. Амбіція комплексу – приймати найрізноманітніші події: від опери і балету до бродвейських мюзиклів, поп-концертів і культурних фестивалів. Відповідно, вимоги до звукової системи були надзвичайно високі: вона мала забезпечувати виняткову якість звучання для широкого спектру жанрів, задовольнити очікування як артистів, так і публіки, і водночас вписатися в естетику сучасної зали та бюджетні рамки [14].

Після ретельного аналізу було обрано рішення від L-Acoustics – систему на основі лінійного масиву Kara. Ця модель відома як універсальна: достатньо компактна для театральних приміщень, але потужна і музична за саундом. Основний стерео-портал в Shaanxi Grand Theater складається з 12 модулів Kara на бік, плюс кластер з 9 Kara по центру (для рівномірного покриття центральних партерних рядів) [14]. Низькочастотне підсилення забезпечують сабвуфери SB18: чотири SB18і інтегровані у підвіс кожного масиву, настроєні в кардіоїдну конфігурацію для зменшення басового навантаження на сцену [14]. Додатково на підлозі з кожного боку сцени розміщено по два великих сабвуфери KS28 для суб-низьких частотта ефекту “удару” у потужних шоу [14]. Для розширення покриття по ширині залу – встановлено 3 компактних гучномовці Kiva II з кожного боку як аутфілли (на заповнення бічних місць) [14]. Перші ряди партеру покриваються низькопрофільними коаксіальними моніторами X8 вздовж сцени, а якщо використовується оркестрова яма, по її краю монтуються крихітні 5XT для близької зони [14].

Ця конфігурація була ретельно налаштована інженерами та локальною командою. Результат – універсальна система, яка перевищила очікування: Kara

забезпечує і високий рівень звукового тиску для найгучніших шоу, і тонку музичність для акустичних виступів [14]. Директор з аудіо театру Ян Чао відзначив, що звук системи настільки природний і точний, ніби слухаєш чудові навушники, ефект яких відчутний на кожному місці в залі [14]. Зникли проблеми з зворотним зв'язком при мові та покращилася розбірливість аж до останнього ряду [14]. Це свідчить, що правильний вибір і розміщення динаміків дають можливість великому залу успішно транслювати і рок-концерт, і драматичну виставу без втрати якості.

З точки зору організації, для Shaanxi Grand Theater важливо було дотриматися і естетичних вимог – система Kara достатньо компактна, щоб не блокувати огляд сцени і не порушувати дизайн інтер'єру. Крім того, вона модульна – при необхідності можна переналаштувати під іншу конфігурацію чи жанр. Для персоналу театру, особливо звукорежисерів, такий інструмент дає свободу творчості: вони можуть оперативно переконафігурувати систему (відключити центр для класики, чи навпаки, додати басових сабів для електронного концерту), мають контроль через мережеве керування процесорами L-Acoustics.

Цей кейс демонструє, як сучасні національні театри (у даному випадку – Китай) переймають провідні аудіотехнології, щоб відповідати світовим стандартам. За кілька років роботи Shaanxi Grand Theater зарекомендував себе як майданчик з чудовим звуком, де гастролери можуть реалізувати свої шоу без компромісів. Важливо підкреслити роль локальної команди звукорежисерів: вони брали участь у тестах систем, під час інсталяції співпрацювали з інженерами L-Acoustics, а тепер забезпечують бездоганне функціонування комплексу. Це показує, що успіх проекту залежить не лише від обладнання, але й від кваліфікації звукорежисерів та технічного персоналу, які мають розуміти можливості системи і вміти їх реалізувати на практиці.

2.4. Національний палац «Україна» (Київ, Україна) – впровадження лінійного масиву в головній концертній залі країни

Як приклад національного кейсу розглянемо НПМ «Україна» – головний концертний зал України, відкритий у 1970 році в Києві, місткістю 3714 місць. Зал «Україна» спроектований у радянські часи як універсальний для концертів, державних урочистостей, кінопоказів, тож його акустика є компромісною (великий об'єм, помірна реверберація, розрахунок більше на озвучення через мікрофони). У 2011–2012 рр. постало завдання оновити застарілу звукову систему палацу до сучасного рівня. В результаті тендеру було обрано рішення від L-Acoustics – вперше в Україні встановлено повноцінний лінійний масив світового класу у стаціонарній залі.

Систему змонтувала компанія «ART-R», ексклюзивний дистриб'ютор L-Acoustics в Україні [5]. Конфігурація включає головний лівий/правий масив по 9 модулів V-DOSC з кожного боку – це великоформатні елементи лінійного масиву з технологією Wavefront Sculpture (WST) від L-Acoustics [5]. Для покриття центру сцени над порталом підвішено додатковий кластер з 12 компактних d-VDOSC (версія V-DOSC для центрів) [5]. Ще два d-VDOSC встановлені безпосередньо на сцені як фронт-філи і сайд-філи для ближніх місць [5]. Низькі частоти відтворюються вісьмома сабвуферами SB28, розташованими по краях сцени [5]. Вся система живиться від підсилювачів L-Acoustics LA8, а налаштування здійснювалося за підтримки інженера L-Acoustics Андрю Нагела, який прилітав для тонкого тюнінгу та навчання локальних фахівців [5].

Запровадження цієї системи дало колосальний приріст у якості звуку залу. Як зазначив технічний директор ART-R Андрій Котець, новий звукокомплекс надав Палацу «Україна» безпрецедентну потужність і контроль завдяки використанню технології лінійного масиву L-Acoustics WST, прогресивному дизайну сабвуферів та сучасним підсилювачам з DSP [5]. За його словами, таке поєднання дозволило досягти одночасно високої гучності без спотворень і точного покриття зали звуком [5]. Фактично, з моменту встановлення V-DOSC Палац «Україна» став відповідати

технічним вимогам більшості міжнародних артистів, що гастролюють – адже L-Acoustics V-DOSC/KUDO були де-факто стандартом топ-турів 2000-х років.

Для українських звукорежисерів це також стало новим етапом: вперше вони отримали в розпорядження систему, з якою можна працювати на рівні світових майданчиків. Роль штатних звукорежисерів Палацу «Україна» полягала у швидкому освоєнні особливостей лінійного масиву – правильного виставлення кута вигину кластерів під конкретну подію, використання контролерів LA8 для різних пресетів (наприклад, режим для мови, для концерту, для кіно). Багато хто з українських фахівців проходив тренінги і стажування, щоб опанувати цю систему. Успішна реалізація проекту показала важливість інтеграції іноземного досвіду і локальних зусиль: інсталяцію виконали українські інженери під супроводом французьких експертів, а далі вже місцеві звукорежисери щоденно експлуатують систему, підтримуючи її оптимальний стан.

Отриманий в Палаці «Україна» якісний ривок у звуці стимулював і інші українські майданчики: почали оновлюватися звукові комплекси в театрах, клубах, з'являються лінійні масиви від провідних брендів і в прокаті для фестивалів. Станом на сьогодні, цей зал досі залишається одним з еталонів якості звуку в Україні, а описаний кейс – приклад успішної модернізації за рахунок впровадження передових технологій та підготовки кадрів.

2.5. Sphere (Лас-Вегас, США) – ультрасучасна арена з іммерсивними технологіями

Sphere (офіційна назва – MSG Sphere at The Venetian) у Лас-Вегасі – найновіший на сьогодні концертний комплекс, відкритий у вересні 2023 року. Це гігантська сферична структура висотою 111 м і діаметром ~157 м, що вміщує близько 17 600 глядачів. Sphere вже називають «ареною майбутнього», адже вона спроектована спеціально для повного занурення аудиторії у мультимедійне

шоу. За оцінками, це найдорожчий розважальний майданчик у світі (бюджет будівництва понад \$2,3 млрд), і кожен його аспект унікальний.

Головна «родзинка» – внутрішній панорамний LED-екран площею ~15 000 м² (це приблизно два футбольні поля), який огортає глядачів довкола та над ними, утворюючи суцільне зображення з роздільною здатністю 16K×16Kfile-juejc7geuijnsanwvdbtut. На цьому екрані демонструються неймовірно деталізовані контент-шоу, які координуються з живими виступами артистів на сцені. Але не менш інноваційною є аудіосистема арени – Sphere Immersive Sound, розроблена спільно з компанією Holoplot. По всьому периметру за екраном приховано близько 164 000 гучномовців, згрупованих у 1 600 модулів; це найбільша у світі система beamforming-аудіо [19]. Завдяки цій технології звукові «промені» можна точно спрямувати в будь-яку точку залу, створюючи рівномірне покриття і різні звукові зони. Система підтримує wave field synthesis – відтворення звукового поля, яке сприймається як натуральне 3D: слухачі фактично чують звук з правильних напрямків, незалежно від свого місця, що разом із візуальним контентом дає відчуття повного занурення.

Крім того, кожне зі ~18 тисяч місць обладнане високочастотними тактильними вібраторами у сидіннях (для передачі низькочастотних відчуттів) та спеціальними пристроями для персонального обдуву та подачі аромату. Ця 4D-платформа ефектів може імітувати, наприклад, вітер або прохолоду, синхронно з подіями на екрані [12]. Тематичні шоу в Sphere супроводжуються такими ефектами: якщо на екрані летить вертоліт – глядач відчуває пориви вітру; якщо демонструється ліс – у повітря подаються відповідні запахи дерев і трав; якщо сцена на льоду – система кондиціонування створює відчуття прохолоди. Усе це відбувається непомітно для публіки, але підсвідомо підсилює реалістичність сприйняття.

Для звукорежисерів Sphere став новим полігоном, де зливаються воєдино звук, відео та ефекти. Під час концертів тут використовується складна система тайм-кодів: кожен аудіо- та відеотрек, кожен спецефект прив'язані до єдиного сценарію шоу. Звукорежисер співпрацює з саунд-дизайнерами і саунд-продюсерами, які готують

багатоканальні мікси з урахуванням просторового розміщення звукових об'єктів. Під час виступу більшість параметрів автоматизовано – об'ємний звук рухається разом із зображенням, створюючи, наприклад, ілюзію пролітаючого повз вертольота або оточення слухача звуками природи. Втім, роль людини залишається ключовою: команда аудіоінженерів Sphere контролює якість звучання в різних точках залу, оперативно вносить корективи при живому виступі артистів, стежить за синхронністю з іншими підсистемами (візуальною, піро-ефектами тощо).

Першим великим випробуванням для Sphere стала резидентура гурту U2 восени 2023 року. Шоу *U2:UV Achtung Baby Live at Sphere* поєднало живий концерт легендарної рок-групи з грандіозними візуальними полотнами на екрані, які іноді повністю оточували глядачів (360° контент). Звукова картина також була незвичною: замість традиційного стерео з фронтальної сцени слухачі чули об'ємний мікс, де аудіо об'єкти (гітари, електронні ефекти) «літали» залом, підкреслюючи те, що відбувається на екрані. В рецензіях відзначалося, що аудіосистема Holoplot забезпечила кришталево чистий звук на кожному місці, з відчуттям «як у навушниках», і при цьому саунд залишався потужним рок-концертним [18]. U2 спеціально адаптували свій матеріал під новий формат: деякі пісні супроводжувалися візуальними історіями, а звукорежисери групи експериментували з розташуванням голосу Боно і інструментів у різних частинах сфери. Цей досвід показав потенціал нової арени: вона здатна пропонувати публіці щось якісно інше, ніж звичайний концерт, – імітацію іншої реальності, де музика і візуальні ефекти нерозривні.

Sphere уособлює синтез останніх досягнень аудіо та медіа. У її кейсі бачимо продовження ідей, розглянутих у попередніх прикладах, на новому рівні: рівномірне покриття звуком (за рахунок розподіленої системи гучномовців), об'ємність аудіо (beamforming та WFS для 3D-звуку), змінність простору (динамічний контент та 4D-ефекти змінюють атмосферу залу залежно від шоу) і надзвичайна роль технологічної команди. Звукорежисура тут межує з ІТ – керування тисячами каналів, синхронізація зображення та сенсорики, програмування алгоритмів поширення звуку. Це кидає

виклик традиційним навичкам, вимагаючи від фахівців поєднання мистецтва мікшування з розумінням програмування і системної інтеграції.

Висновки до Розділу II

Розглянуті кейси демонструють різні аспекти роботи зі звуком у концертних комплексах і підтверджують, що інноваційні технічні рішення нерозривно пов'язані з професійною роботою звукорежисерів.

- Royal Albert Hall показує, як історичний зал може бути модернізований без втрати автентичності: впровадження розподіленої системи з сотень динаміків d&b audiotechnik дало рівномірний звук і нові можливості (штучна реверберація), причому роль звукорежисерів полягає в тонкому використанні цих інструментів для кожного заходу. Це приклад успішної співпраці акустиків, інженерів і операторів звуку задля покращення досвіду для публіки [7; 13].
- Musis Arnhem (Parkzaal) ілюструє сучасний тренд багатофункціональних залів: архітектурна гнучкість (відчинена стіна, змінна акустика) доповнена високотехнологічною системою L-Acoustics. Тут звукорежисер постає як “конфігуратор” простору – він має адаптувати звук під різні акустичні режими залу. Вибір інноваційної системи (новітня L Series) забезпечив високий запас якості та універсальність для будь-яких жанрів [4].
- Shaanxi Grand Theater – приклад нового комплексу, що одразу оснащений за останнім словом техніки: лінійний масив Kara зі сценою суббасів та заповненням всіх зон залу. Кейс підкреслює значення правильної інсталяції та налаштування: результат – універсальний звук для всіх жанрів, який високо оцінили і публіка, і фахівці [14]. Тут роль звукорежисера – підтримувати цей стандарт щоденно, готувати різні мікси (для опери, драми, концерту) в межах однієї системи.
- Національний палац «Україна» демонструє важливість оновлення технічної бази в національному контексті: впровадження лінійного масиву V-DOSC дало

можливість українській концертній залі відповідати міжнародним вимогам. Цей кейс також показує, що успіх залежить від злагодженої роботи команди – від проєктувальників до місцевих звукорежисерів, які освоїли нове обладнання і тим самим підняли планку якості концертів у країні [5].

- Sphere у Лас-Вегасі – крайній випадок синергізації технологій. Цей комплекс поєднав у собі всі новітні тренди: 360° екрани, масиви beamforming-акустики, іммерсивний контент і 4D-ефекти. Він вказує шлях у майбутнє, де концертні комплекси забезпечуватимуть не просто звук і світло, а повне занурення в аудіовізуальну реальність. Для звукорежисерів це відкриває нові горизонти, але й ставить нові вимоги – бути одночасно інженером, саунд-дизайнером і IT-спеціалістом, аби реалізувати такий потенціал.

У всіх випадках спільним є те, що акустичні і технічні рішення приймаються з урахуванням конкретних потреб простору та репертуару, а звукорежисер відіграє ключову роль у реалізації потенціалу цих рішень. Інновації на кшталт іммерсивних систем (d&b Soundscape, L-ISA), електронної змінної акустики (як у РАН чи Muisis) відкривають нові можливості, але потребують від звукорежисера нових навичок – працювати як саунд-дизайнер простору. Таким чином, сучасні концертні комплекси – це складні високотехнологічні інструменти, “налаштування” яких лежить у руках компетентних аудіо спеціалістів.

Розділ III. Практичні аспекти роботи звукорежисера у концертних комплексах

Останній розділ присвячено практичній стороні питання: як саме звукорежисер працює з концертними комплексами в реальних умовах. Тут ми розглянемо методику підготовки та проведення звукового забезпечення концертів, особливості мобільних (турових) систем, специфіку озвучення open-air подій, роботу з гібридними форматами та крос-медійними проєктами, а також питання комунікації звукорежисера з іншими учасниками процесу (технічним персоналом, артистами тощо). Ця частина поєднує технічні знання з менеджментом і творчими навичками, необхідними звукорежисеру.

3.1. Підготовка звукової системи: проектування, мобільність, налаштування

Більшість сучасних концертів – особливо гастрольних турів – покладаються на мобільні звукові системи. Це комплекти обладнання (акустичні системи, підсилювачі, мікшерні пульти, кабелі, мікрофони тощо), які перевозяться з міста до міста. Звукорежисер часто бере участь у плануванні такої системи задовго до концерту. На етапі підготовки райдеру він визначає, яке обладнання потрібне, з урахуванням масштабу майданчика та очікуваної аудиторії. Наприклад, для клубу на 500 осіб це можуть бути дві точки по 2 топи + 2 саби (Point Source система), а для арени на 10 тисяч – повноцінний лінійний масив з декількома кластерами і рознесеними сабвуферами.

Великий внесок у якість звуку робить проектування розміщення акустичних систем. Сьогодні звукорежисери та системні інженери широко використовують програмні симулятори (MAPP, Soundvision, ArrayCalc тощо) для моделювання покриття звуком залу. На комп'ютерній моделі концертного комплексу вони розташовують віртуальні колонки, підбирають кути нахилу, перевіряють де будуть зони недостатнього або надлишкового звуку. Це дозволяє ще до приїзду на майданчик

побачити, скільки буде потрібно акустичних модулів, чи потрібні додаткові delay-лінії (дублюючі колонки в глибині залу або на віддалених трибунах) тощо. Як показує досвід, ретельне планування може компенсувати складну форму приміщення: наприклад, правильно розраховані затримки для ділей-ліній забезпечують одночасність звуку з основної сцени і дальніх колонок, уникаючи ефекту луною.

Мобільність сучасних систем проявляється у їхній конструкції: більшість турових лінійних масивів мають модульну структуру і стандартизовані механізми підвісу, що дозволяє монтувати/демонтувати їх за лічені години. Наприклад, 12-елементний кластер може бути зібраний на землі на спеціальній рамі і піднятий лебідками або моторами на потрібну висоту. Звукорежисер разом з системним техніком визначають, на якій висоті підвісити кластер і під яким кутом нахилити його вперед, щоб перший модуль “стріляв” в останні ряди партеру, а останній – ледве не торкався підлоги перед сценою (класична форма «J»). Ground-stacking (наземне штабелювання) використовується там, де немає можливості підвісу – модулі встановлюються на міцні сабвуфери або стійки. Це менш оптимально для дальнього покриття, але іноді необхідно.

Після фізичного встановлення системи настає етап налаштування (tuning). Звукорежисер (або спеціально виділений системний інженер) проводить вимірювання акустичних характеристик майданчика – для цього використовують вимірювальні мікрофони та програми на кшталт Smaart, SATlive. Перевіряються затримки між підсистемами (між лівою і правою лінією, між основним кластером і далекими ділями, між топами і сабвуферами). Виставляються делей – наприклад, сабвуфери часто зміщують по фазі, щоб їхній звук сумувався з топами. Потім налаштовують еквалізацію системи – вирівнюють АЧХ, враховуючи акустику залу. У закритих приміщеннях часто є проблеми на деяких частотах (моди залу) – їх трохи вирізають еквалайзером; на відкритому повітрі треба іноді компенсувати спад високих частот на далекій відстані (через поглинання повітрям) підйомом “HF shelf” на масивах.

Великі виробники (L-Acoustics, d&b, Meyer Sound) мають власні стандарти і інструменти для такого налаштування – контролери гучномовців дозволяють вибирати типові пресети (“потужний рок”, “мова”, “класика” – з різним тональним балансом). Звукорежисер разом з системним інженером обирають відповідний, а далі можуть вручну коригувати. Правильно підготована система є запорукою успіху: вона дає рівне полотно звуку, на якому вже ФОН-інженер “малює” мікс. Якщо ж система налаштована неправильно (наприклад, сильний пісклявий резонанс на 4 кГц в залі), то звукорежисеру доведеться боротися з цим еквайзером на міксі, що гірше і менш точно.

В контексті практики, звукорежисер завжди враховує тип концертного комплексу:

- У класичних закритих залах (театри, філармонії) – акустика може грати як допоміжну роль (підсилювати звук інструментів). Тут краще менше підсилення для акустичних жанрів, розумне розташування мікрофонів щоб зловити природний реверб, а для гучних шоу – навпаки, придушувати зайву реверберацію килимами, завісами, працювати більш “сухо”.
- У спортивних аренах – звукорежисер зіштовхується з великими ревербераціями і відбиттями від бетонних конструкцій. Використовуються більш директивні системи (ті ж лінійні масиви, кардіоїдні субвуфери), щоб направити максимум звуку на слухачів і мінімум – на стіни. Часто арени вимагають додаткових delay-спікерів для верхніх трибун. Налаштування еквалізації – з фокусом на розбірливість, навіть ціною зменшення басу чи реверу.
- У малих клубах – звукорежисер має справу з близьким розташуванням глядачів, можливим сильним сценічним звуком (від ударних, гітарних підсилювачів). Тут мобільність системи проявляється у гнучкості: іноді досить просто добре розставити дві колонки на стійках та саби, відмоніторити зворотній зв’язок. Часто в клубах звукорежисер і системник – це одна особа, тож він має швидко все встановити, підключити, переконатися, що ніде немає дзвону чи гулу.

3.2. Озвучення open-air: фестивалі, стадіони, вуличні концерти

Open-air заходи мають свою специфіку. З одного боку, відсутність стін і стелі означає відсутність небажаних відбиттів і реверберації – звук більш «чистий». З іншого боку, немає природного підсилення, і все звучання створюється виключно акустичними системами; відкритий простір також потребує величезної потужності, адже звук вільно розлітається і розсіюється в повітрі. Для великих майданчиків на відкритому повітрі (кілька десятків тисяч глядачів) стандартом стали масштабовані лінійні масиви та розподілені системи.

Звукорежисер на open-air перш за все враховує дальність покриття. На фестивальних полях зазвичай встановлюють не лише основні L/R кластери біля сцени, а й вежі з delay-спікерами на відстані 50-100 м від сцени, які дублюють звук для дальніх зон. Ці ділей-системи треба синхронізувати за часом (затримка сигналу на кілька десятків мілісекунд, щоб фронт хвилі від основної системи і від ділей досяг слухача одночасно). Іноді роблять кілька рядів delay-веж для дуже глибоких аудиторій.

Ще одна особливість – погодні умови. Вітер та температура сильно впливають на звук: потоки повітря можуть відносити високі частоти, нерівномірно розподіляти рівень. Наприклад, поривчастий вітер здатен викликати коливання гучності: коли дме на глядача – звук різкіший, проти вітру – тихіший. Температурна інверсія чи шарування (різна температура повітря знизу і вгорі) можуть спричинити вигин траєкторії звуку. На жаль, фізику погоди звукорежисер змінити не може, але може врахувати: на великих системах навіть налаштовують віддалений моніторинг рівня – встановлюють мікрофони на різних відстанях і стежать, щоб вітер не робив провалів (частково це компенсують автоматичною регуляцією або просто дають запас гучності “про всяк випадок”).

Шумові обмеження – серйозний фактор для open-air, особливо в містах. Місцева влада часто встановлює ліміти звукового тиску на кордоні території (наприклад, не більше 85 дБА біля житлових будинків). Через це іноді на концертах виникає ситуація,

що звук начебто “тихий” для публіки – якщо організатор занадто обмежив гучність аби не перевищити норму. Було кілька резонансних випадків: наприклад, фестиваль All Points East у Лондоні 2019 – публіка скаржилась на занижений рівень звуку і навіть скандувала “додайте гучності” [15]. Часто винні саме регуляції: жорсткі норми шуму змушують звукорежисерів тримати мікс “у вузді”. З іншого боку, необмежений рівень теж шкідливий – для слуху глядачів і для мешканців навколо. Тому професіонали шукають баланс: використовують спрямовані системи (лінійний масив, кардіоїдні саби) щоб мінімізувати витік звуку за межі майданчика розміщують колонки ближче до публіки (додаткові точки) замість «розганяти» звук з однієї точки [15]. Як зазначає аудіо-консультант Роланд Хеммінг, технології дають нові інструменти для боротьби з шумовим забрудненням: цифрові моделювання і контроль допомагають спрямувати звук туди, де треба, і зменшити за межами [15]. У підсумку, планування звуку на open-air – це не лише про якість, але і про дотримання правил: часто на великих фестивалях окремий інженер займається моніторингом шумових меж (ставлять вимірювачі SPL на периметрі, логують дані) [15]. Звукорежисеру ж доводиться зважати: інколи зменшити низькі частоти або загальну гучність, щоб не зірвати захід через скарги.

В практиці open-air є також питання безпеки і надійності. Все обладнання повинно бути стійким до погодних умов: колонки часто мають вологозахист, роз’єми ізолюються, пульти накривають навісами. Звукорежисер завжди має план “Б” на випадок дощу чи вітру – наприклад, готовність тимчасово зупинити концерт при негоді задля збереження техніки і людей. Велика увага – живленню електрики (генератори з резервом, окремі лінії для аудіо щоб уникнути просадок від світла).

Отже, звукорежисура open-air – це поєднання технічної майстерності (вміння вибудувати розгалужену систему, боротися з затримками, фазами, вітром) і адаптивності (працювати в нестабільних умовах, під тиском часових лімітів фестивалю, спільно з іншими командами). Часто на фестивалях одна система обслуговує кілька гуртів поспіль, різні звукорежисери сідають за пульт зі своїми

налаштуваннями – тому підготовка (саундчек, віртуальний саундчек з багатоканальних записів) має критичне значення. Хороший практичний прийом – “вирулювання” залу: на відкритому майданчику FОН-інженеру варто періодично виходити із мікшерної позиції і слухати звук з різних точок аудиторії [3]. Це допомагає виявити проблеми, які могли б бути непомітні на його місці (наприклад, надлишок басу збоку чи провал вокалу далеко).

3.3. Гібридні та крос-медійні формати: інтеграція живого звуку з іншими медіа

Сьогодні багато подій виходять за рамки чисто “живого” концерту. Наприклад, музичні фестивалі транслюються онлайн, концерти часто доповнюються візуальними шоу (екрани, проєкції, лазери), театральні вистави можуть мати складну систему звукових ефектів та плейбеків. Це вимагає від звукорежисера вміння працювати у гібридному середовищі, де звук є лише частиною загальної картини.

Одним із прикладів гібридності є одночасна робота на аудиторію в залі і на віддалену аудиторію (стрімінг або телевізійна трансляція). Зазвичай це потребує окремого міксу для трансляції, адже те, що добре звучить наживо, не завжди прямо підходить для запису (інший баланс, відсутність враження простору глядачів тощо). В деяких випадках виділяється окремий Broadcast звукорежисер, який отримує всі канали з мікрофонів і міксує паралельно для ефіру. Але на менших заходах FОН-звукорежисеру може бути доручено і це – тоді він робить основний мікс на зал і додатково зі свого пульта віддає шину на стрім, де трохи підправляє (може додати кімнатних мікрофонів для атмосфери, знизити рівень басу, зробити стерео ширше і ревербу більше для ефіру). Це фактично подвійне навантаження, що вимагає великої концентрації.

Крос-медійна інтеграція також означає, що звук має бути скоординований з іншими елементами шоу. Наприклад, у концертних турах поп-зірок часто використовуються таймкоди (SMPTE) для синхронізації: світло, відео і навіть деякі

звукові ефекти запускаються автоматично за розкладом. Звукорежисер повинен вміти працювати з цим – його система відтворення може отримувати таймкод і запускати наперед підготовані семпли (наприклад, інтродукцію перед виходом артиста, кліки для музикантів). Тут важлива точність і стабільність: будь-який збій синхронізації помітний глядачу (якщо феєрверк бахнув не в такт музиці). Тому у великих продакшенах аудіо-технічна команда тісно співпрацює з командою відео/світла, разом тестують синхронізацію на прогоні.

Інший аспект – інтерактивні та мультимедійні шоу, де звукорежисер стає саунд-дизайнером. Наприклад, сучасні інсталяції чи перформанси можуть використовувати 3D-звук як частину експозиції (тут застосовуються системи типу Soundscape з віртуальними акустичними середовищами). Звукорежисер готує не просто мікс, а звуковий ландшафт, іноді у співпраці з композиторами та режисерами. У таких проектах важливо розуміти, як звук взаємодіє з простором і з іншими медіа: якщо це, скажімо, музейна інсталяція, де відео проєктується 360°, то звук може слідувати за зображенням – для цього треба правильно розмістити колонки і налаштувати маршрутизацію звукових об'єктів по ним.

Гібридність формату проявилась і під час пандемії COVID-19, коли багато концертів перейшли в онлайн. З'явилося поняття “live + streaming”: артисти грають на сцені для обмеженої аудиторії і одночасно ведуть професійний стрім. Звукорежисеру доводилося фактично робити дві роботи водночас або дублювати команду. Ті, хто впорався, освоїли нові навички – наприклад, мікшувати з урахуванням, що аудиторія слухає в навушниках чи комп'ютерних колонках (більше середніх частот, менше ревербу), і паралельно підтримувати “живий драйв” для присутніх.

Під гібридністю можна розуміти й поєднання живого виконання з записами. Сьогодні на концертах майже норма – наявність бекінг-треків, семплів, електронних партій, які не виконуються наживо. Звукорежисер відповідає за відтворення цих елементів: часто використовують програми типу Ableton Live, що запускають плейбеки по кліку, або вбудовані плеєри в цифрових консолях. Він стежить за

рівнями, щоб живі інструменти і плейбек злилися органічно. Особливо уважно слід віднестись до клік-треків і моніторингу: музиканти, які грають під запис, мають чути метроном і плейбек чітко в темпі – тому робота моніторного інженера критична. Будь-який збій (затримка плейбеку, зупинка) може зірвати номер, тож часто ставлять дублюючі системи відтворення (два ноутбуки A/B).

3.4. Робота в команді: звукорежисер, технічний персонал, виконавці

Жоден, навіть найдосвідченіший звукорежисер, не працює ізольовано – успіх концертного звуку залежить від командної взаємодії. Комунікація між звукорежисером, його звуковою командою, іншими технічними службами та артистами є визначальною частиною професії.

Передусім, у великих проектах є розподіл ролей всередині аудіо-команди: ФОН-інженер, моніторний інженер, системний інженер, іноді окремо мікрофонний технік. Всі вони мають координувати дії. Наприклад, системний інженер налаштував РА – передав ФОН-інженеру дані про оптимальний рівень, будь-які обмеження (чи варто уникати надмірного басу якщо є резонанси). Моніторний інженер домовляється з ФОН щодо розподілу частотних діапазонів (щоб, скажімо, ФОН не “випилював” важливу частоту для моніторів). На мультифестивалі кілька звукових команд різних артистів змушені працювати на одній системі – тут особливо важливо поважати налаштування одна одної і дотримуватися домовленостей (час саундчеку, хто які канали використовує, не чіпати «не свої» налаштування і т. д.).

Звукорежисер взаємодіє з іншими технічними службами: світло, сцена, режисери, продюсери. Наприклад, під час шоу може бути сигнал на звукорежисера від сценічного менеджера щодо затримки початку через технічну паузу – треба оперативно зреагувати (поставити фон музику, оголосити затримку тощо). При підготовці шоу звукорежисер часто бере участь у плануванні саундчеків та репетицій: узгоджує з продюсером, скільки часу потрібно, щоб розставити мікрофони, перевірити інструменти, провести лінійний прогін.

Особливу увагу слід приділити комунікації звукорежисера з виконавцями (музикантами, артистами). Тут важлива і технічна, і психологічна сторона. На етапі саундчеку звукорежисер обговорює з музикантами їхні потреби: які інструменти в монітор хочуть, наскільки гучно. Хороший моніторний інженер буде на ім'я знати кожного музиканта і його побажання. Навіть проста річ – звертатися по імені – будувє довіру [1]. Артисти повинні відчувати, що звукорежисер на їхньому боці, що “всі мають одну мету – зробити шоу чудовим” [1]. Якщо вокаліст просить “менше реверу на голос” або гітаристу бракує його соло в моніторі – реакція має бути спокійна, доброзичлива і професійна. Як пише Neal Miskin, не можна піддаватися паніці чи проявляти роздратування – навіть у стресових ситуаціях варто тримати голову холодною [1]. Стрес звукорежисера передається іншим і лише погіршує роботу.

Часто спілкування під час виступу відбувається жестами або за допомогою спеціальних систем. Наприклад, музиканти можуть показувати рукою “вгору/вниз” для гучності певного інструменту (вокаліст торкається вуха і показує великим пальцем – означає, підкрути мій вокал в моніторі). Звукорежисер має знати ці сигнали і швидко реагувати. У професійних турах прийнято використовувати talkback мікрофони: на ФОН-пульті і на моніторному є мікрофони, по яких інженери можуть говорити в вухо музикантам (якщо ті в ІЕМ) або в окремі кулісні колонки – даючи вказівки чи реагуючи на запити [6]. Музиканти також можуть мати маленький мікрофон, щоб говорити до звукорежисера між піснями (наприклад, “гучніше клавішні”) [6]. Такі канали не йдуть у загальний звук, але суттєво допомагають швидко обмінятися інформацією навіть під час шоу.

Відносини звукорежисера з артистом будуються на довірі і взаємній повазі. Найкраще, коли кожен розуміє роль іншого: виконавець знає, що звукорежисер прагне якнайкраще донести його музику і тому робить зауваження не з критики, а щоб покращити шоу; а звукорежисер усвідомлює, що вимогливість артиста до звуку – це не примха, а частина їхнього самовираження. Як радять досвідчені техніки, не можна ставити его вище справи: слід прислухатися до побажань, навіть якщо не згоден, і

знайти компроміс [1]. Якщо виникають проблеми (скажімо, артист незадоволений балансом), краще спокійно обговорити після саундчеку і спробувати виправити, ніж вступати в конфлікт.

Окремо варто згадати про роботу з оркестрами та класичними виконавцями, коли ті залучені у звучання з підсиленням (наприклад, симфонічне шоу з рок-групою). Тут звукорежисер має бути ще й дипломатично підкованим: класичні музиканти не звикли до підсилення, можуть скептично ставитися до мікрофонів. Пояснення, навіщо потрібен той чи інший мікрофон, і показати, що це не “зіпсує” їх звучання, а навпаки – донесе до зали, є частиною завдання. Комунікація зі звукорежисером оркестру/диригентом також ключова: погодити, які інструменти підсилювати, чи потрібні симуляції реверберації тощо.

В сучасній концертній індустрії також велика увага до безпеки слуху. Команда звуку повинна спільно контролювати рівні, щоб не нашкодити ні публіці, ні музикантам. Моніторний інженер стежить, щоб монітори не кричали надміру (багато хто переходить на in-ear монітори саме щоб убезпечити слух). ФОН-звукорежисер, крім юридичних норм, також морально відповідальний за громкість – довготривале перевищення 100-105 дБ може спричинити дискомфорт. Тому нині часто впроваджують LAeq заміри (середній рівень за 15 хв) і м’яко обмежують звук. У цьому питанні потрібна комунікація з організаторами: узгодити, який пік дозволено, і інформувати артистів, якщо не можна голосніше через закон.

Підсумовуючи, практична робота звукорежисера – це мікс інженерії та людського фактору. Він має володіти технічними знаннями для налаштування складних систем, адаптивністю до різних просторів (від маленького клубу до стадіону), а також м’якими навичками: комунікабельністю, стресостійкістю, вмінням працювати в команді, швидко вирішувати конфлікти. Як зазначають багато фахівців, успішний звукорежисер – це командний гравець, який спільно з іншими творить єдиний цілісний захід, де звук гармонійно поєднаний з усіма елементами шоу.

Висновки до Розділу III

Практичні аспекти роботи звукорежисера у концертних комплексах охоплюють широке поле компетенцій:

- Технічне планування і налаштування: звукорежисер має розуміти принципи розміщення акустичних систем, володіти інструментами моделювання і вимірювання звуку, щоб підготувати систему під конкретний простір. Правильна інсталяція (кут підвісу, затримки, еквалізація) забезпечує рівномірне та якісне звучання, що є базою для успішного мікшування.
- Робота на відкритому повітрі: open-air концерти ставлять особливі вимоги – покриття великих площ, боротьба з вітром і шумовими обмеженнями, забезпечення гучності без відбивань. Звукорежисер використовує розподілені системи (delay-вежі) та сучасні спрямовані масиви, а також планує звук з урахуванням нормативів, часто в співпраці з акустиками для моніторингу шуму [15]. Успішне проведення фестивалю чи стадіонного концерту вимагає і технічних, і організаційних зусиль (логістика, погодні плани).
- Гібридні формати: сучасний звукорежисер дедалі частіше одночасно працює і на живу публіку, і на медіаканали (трансляції, запис). Це потребує паралельного створення декількох звукових балансів та інтеграції з іншими системами (відео, світлом). Іншими словами, він стає частиною мультимедійної команди, розуміючи мову суміжних спеціалістів. Також зростає значення роботи з плейбеками, електронними елементами – необхідні навички користування секвенсорами, синхронізації за часом і т.д.
- Командна взаємодія і комунікація: звукорежисер є зв'язуючою ланкою між артистами і технічним забезпеченням. Від його вміння налагодити контакт з музикантами залежить, наскільки комфортно ті почуватимуться на сцені і чи зможуть розкритися творчо. Добра комунікація під час саундчеку – запорука вдалої вистави: важливо уважно вислухати побажання виконавців, відкоригувати монітори, пояснити особливості простору. Повага і спокій –

ключові принципи (не дарма практики радять не панікувати і “не бути всезнайкою”) [1][1]. З іншого боку, звукорежисер координує дії з колегами-інженерами (моніторним, системним), а також реагує на сигнали від сценічних менеджерів, світлорежисерів (наприклад, вчасно дати потрібний трек чи вимкнути музику для оголошення). Командна робота забезпечує узгодженість всіх компонентів шоу.

- Адаптивність і вирішення проблем: реальність концертів – це постійно змінні умови і можливі нештатні ситуації (технічні несправності, затримки, зміни плану). Професійний звукорежисер готовий до цього: має запасні плани (резервні мікрофони, дубльований плейбек), швидко шукає рішення (наприклад, якщо один кластер вийшов з ладу – компенсує іншим, перенастроїть мікс). Важливо зберігати холодний розум, бо паніка може привести до помилок, як і для інженера, так і для артистів.

Таким чином, практична діяльність звукорежисера – це синтез технічного знання, досвіду та *soft skills*. Від підготовки технічного райдеру до останнього бісу концерту звукорежисер супроводжує увесь процес звучання, виступаючи одночасно інженером, менеджером і творцем звукової картини. Його компетентність визначає, чи буде геніальна гра музикантів почута і оцінена глядачами, тобто є критичним фактором успіху будь-якого концертного комплексу.

Висновки

Дослідження теми “Особливості роботи з концертними комплексами у контексті звукорежисури” дозволило комплексно розглянути питання розвитку архітектурно-акустичних просторів для музики, еволюції професії звукорежисера та сучасних практичних підходів до забезпечення звуку на концертах. На основі проведеного аналізу можна сформулювати такі узагальнені висновки:

1. Історична динаміка взаємодії архітектури і технологій звуку. Розвиток концертних комплексів невіддільний від поступу звукових технологій. У

акустичну еру (до появи підсилювачів) архітектори були змушені забезпечувати оптимальну чутність через форму і матеріали залів – ці зали досі цінуються за свою природну акустику. Впровадження електронного звукопідсилення у ХХ ст. радикально розширило масштаби концертів (виникли фестивалі, стадіонні тури), проте поставило нові завдання: необхідність придушувати небажані акустичні ефекти приміщень (ехо, реверберація), адаптувати системи до різних майданчиків. Як наслідок, концертна індустрія привела до синтезу архітектурної акустики та електроакустики – сучасні зали будуються вже з урахуванням вбудованих звукових систем, а історичні – модернізуються (приклад: Royal Albert Hall, де встановлено розгалужену систему з 465 динаміків для покращення розбірливості) [7; 13]. На межі ХХ–ХХІ ст. з появою цифрових та мережевих технологій простежується тенденція до іммерсивності: концертні комплекси оснащуються багатоканальними системами, що дозволяють створювати 3D-звукові поля, і навіть електронними засобами регулювання акустики залу “на льоту”. Все це – наслідок зростаючого запиту публіки на високу якість і “ефект присутності” у звучанні, а також бажання митців розширити палітру засобів виразності звуку.

2. Еволюція ролі і компетенцій звукорежисера. Історично функції, близькі до звукорежисерських, виконували різні спеціалісти: архітектори-акустики при проектуванні залів, інженери ранніх радіостудій, техніки, що обслуговували перші кінотеатри та гучномовці. Окрема професія концертного звукорежисера оформилася у роки становлення живого підсиленого звуку (60–70-ті роки ХХ ст.), коли складні концертні системи вимагали постійного управління під час шоу. Відтоді роль звукорежисера безперервно розширюється. Сьогодні це не просто “людина за пультом”, а багатопрофільний фахівець, який:
 - Бере участь у плануванні оснащення майданчика або туру (визначає необхідні системи, їх конфігурацію, оптимізує під приміщення).

- Забезпечує технічну реалізацію звуку: від налаштування обладнання (мікрофони, маршрутизація сигналів, налаштування процесорів) до мікшування під час виступу.
- Виконує роль саунд-дизайнера – особливо в іммерсивних чи театралізованих проектах, де створює звукові ефекти, просторові образи, працює зі спеціальними аудіооб'єктами.
- Є комунікатором між технічним світом і творчим: розуміє мову інженерних параметрів і водночас музичні терміни та художні вимоги артистів. Вміння перекладати потреби виконавця (наприклад, “хочу атмосферніше звучання”) у технічні дії (налаштування ревербератора) – ознака професіоналізму.
- Підтримує менеджмент та командну роботу: координує звукову бригаду, вирішує конфлікти в режимі реального часу, приймає відповідальні рішення щодо безпеки (наприклад, зниження рівня при ризику перевищення норм або зупинка шоу при технічній аварії).

Еволюція компетенцій вимагає від звукорежисерів постійного навчання. Технології, що з'явилися у останні десятиліття – цифрові консолі, програмне моделювання акустики, аудіо по мережах, бездротові системи, об'єктно-орієнтований звук – стали невід'ємною частиною роботи. Сучасні звукорежисери використовують ці інструменти для досягнення головної мети: максимально точно донести художній задум виконавців до слухача з урахуванням особливостей простору. Таким чином, роль звукорежисера трансформувалася від суто технічної до творчо-технічної: він є співавтором концертного дійства, відповідальним за його звукову складову.

3. Інноваційні рішення в акустичних просторах і звукових системах. Вивчення конкретних реалізацій (кейси Royal Albert Hall, Muis Arnhem, Shaanxi Grand Theater, НПМ “Україна”) показало, що сьогодні успішний концертний комплекс

– це синтез архітектурних інновацій та новітніх аудіотехнологій. Серед ключових тенденцій:

- Рівномірне покриття і спрямованість звуку: використання лінійних масивів та розподілених систем для досягнення однакової якості звуку на кожному місці залу. Наприклад, в Альберт-холі додано окремі кластери для кожного ярусу, що усунуло мертві зони [7]. У великих театрах (Shaanxi) – багатокомпонентні системи з центральним, фронтальним, бічним та сабвуферними каналами для повного охоплення [14].
- Змінна акустика приміщень: впровадження архітектурних елементів, що дозволяють змінювати час реверберації та характер відлуння залу (пересувні панелі, завіси, розсувні стіни). У Musis Arnhem це реалізовано комплексно: і механічні панелі, і скляна відчинена стіна, а звукова система L-Acoustics адаптована до двох режимів роботи [4; 8]. Це розширює функціонал залу, робить його придатним і для акустичних, і для естрадних подій.
- Об'ємні та іммерсивні аудіосистеми: застосування технологій просторового звуку (наприклад, d&b Soundscape, L-ISA). Хоча розглянуті кейси лише побіжно згадують такі системи (через свою новизну), спостерігається їх поступове входження. У РАН є ознаки використання іммерсивних підходів – моделювання реверберацій від знаменитих залів і розташування випромінювачів навколо слухачів [7]. Це вказує на майбутнє, де концертні комплекси зможуть забезпечувати не просто стерео, а повне 360° занурення слухача у звук, що особливо актуально для жанрів, де локалізація і натуральність важливі (опера, театральні вистави, інтерактивні шоу).
- Інтеграція мережевих та цифрових рішень: практично всі сучасні інсталяції базуються на цифровому передаванні сигналів (Dante, AVB) та централізованому керуванні. Це підвищує надійність (резервування

шляхів) і гнучкість (легке підключення додаткових пристроїв, дистанційний доступ для діагностики). У РАН саме завдяки продуманій цифровій інфраструктурі вдалося реалізувати масштабне оновлення без перерви у концертній діяльності [13].

- Пристосування до національних потреб і умов: український приклад (Палац “Україна”) показує, що впровадження світових технологій потребує врахування локального контексту – навчання персоналу, сервісної підтримки, поступового оновлення. Результат – підвищення якості звуку на місцевому ринку, стимулювання розвитку інфраструктури (після успіху Палацу інші майданчики України почали активніше інвестувати в звук). Отже, технологічні інновації мають мультиплікативний ефект, поширюючись від окремих флагманських комплексів до загального професійного середовища.

4. Практична методика забезпечення звуку в концертних комплексах сьогодні є добре структурованою і науково обґрунтованою. Багато процесів стандартизовані:

- Проведення акустичного аналізу залу (вимірювання RT60, модальних частот) перед встановленням системи.
- Використання калькуляційних програм для розрахунку покриття і максимального рівня звуку на різних відстанях.
- Застосування методик налаштування – зокрема, метод “поступового вирівнювання” (tuning by sections), коли спершу налаштовують основні масиви на одиничний сигнал (шум, імпульс), потім додають сабвуфери з корекцією фази, далі фронт і затримки. Це стало частиною професійного знання, яке публікується у вигляді посібників (напр. Handbook of Sound System Design – Eargle, ресурси AES тощо) і передається через семінари виробників [11].

- Управління динамікою і захист слуху: практично на кожному великому концерті тепер здійснюється моніторинг рівнів (LAeq). Звукорежисери навчилися отримувати суб'єктивно гучний звук, не перевищуючи нормативів, зокрема за рахунок контурної еквалізації (акцент на частотах, більш чутливих до людського сприйняття), психоакустичних ефектів. Це відповідає глобальному тренду підвищення усвідомленості щодо шумового впливу на здоров'я.
 - Взаємодія систем “живого” та “медіа” звуку: розроблені алгоритми суміщення – наприклад, калібрування часового зсуву між живим звуком і звуком у телеетері, щоб уникнути відлуння на стадіонах (де глядачі можуть чути і пряму мову зі сцени, і її відлуння з трансляції). Звукорежисери та акустики співпрацюють у міждисциплінарних командах, щоб вирішити такі задачі.
 - Безперервне удосконалення навичок комунікації: у професійній спільноті звукорежисерів багато уваги приділяється тренінгам “софт-скілз” – як ефективно спілкуватися з артистами, як поводитися в стресі. Це стало таким же важливим аспектом, як і технічна майстерність, адже конфлікти або непорозуміння можуть звести нанівець усі технологічні переваги. Спільна мета всіх учасників – якісне шоу – досягається тільки за умови синергії зусиль і доброзичливої атмосфери в команді [1].
5. Український контекст і перспективи. В Україні, як і в усьому світі, помітний прогрес у сфері концертного звуку: впроваджуються сучасні системи (приклад – перша в Україні L-Acoustics K3 в Emily Event Hall, 2021), з'являються локальні виробники акустичних систем, активно розвивається ринок оренди звукового обладнання для фестивалів [10]. Наукові та освітні установи (кафедри звукорежисури, курси AES) все більше уваги приділяють тематиці архітектурної акустики залів, просторового звуку. Українські звукорежисери інтегруються у світову спільноту, беручи участь у міжнародних проєктах,

здобуваючи досвід на закордонних майданчиках і привозячи знання додому. Національні концертні комплекси поступово модернізуються: окремі театри та філармонії проводять акустичні реконструкції (наприклад, заміна крісел та обробка в Театрі ім. Заньковецької у Львові для поліпшення акустики) [2]. Водночас, виклики залишаються: необхідно оновлювати застарілу матеріально-технічну базу в регіонах, впроваджувати стандарти безпеки звуку, готувати кадри.

Перспективи галузі пов'язані з подальшою цифровізацією та мережевою інтеграцією: можливо, незабаром різні системи в залі (звук, світло, навіть клімат-контроль) будуть працювати узгоджено на єдиній платформі керування, а звукорежисер стане частиною ще більш широкої команди керування “розумним” концертним простором. Також очікується розширення застосування віртуальної та доповненої реальності у концертах – коли глядачі зможуть переживати іммерсивний досвід не лише через звук і світло, а й через VR/AR, а звукорежисер відповідатиме і за цей вимір (приклади вже є: VR-концерти, голографічні виступи, де звукова доріжка спеціально міксується під 360° відео).

Підсумовуючи, робота зі звуком у концертних комплексах – це сфера, де традиції зустрічаються з інноваціями. З одного боку, основні принципи – забезпечити чистоту, розбірливість, достатню гучність та емоційне забарвлення звуку для кожного слухача – залишаються незмінними від давньогрецького амфітеатру до ультрасучасної арени. З іншого боку, засоби досягнення цієї мети кардинально змінилися і продовжують змінюватися: сучасний звукорежисер має у розпорядженні потужні технології, про які ще кілька десятиліть тому не могли мріяти, але й аудиторія очікує рівня якості, немислимого раніше. Це ставить професію звукорежисера в ранг висококваліфікованих і творчих спеціальностей, що потребують одночасно інженерної точності й мистецького чуття. Концертний комплекс у XXI столітті – не просто будівля чи набір апаратури, це живий простір, “інструмент”, на якому звукорежисер разом з виконавцями “грають”, даруючи публіці унікальний звуковий

досвід. Завдяки грамотній роботі з такими комплексами, сьогодні ми можемо насолоджуватися музикою будь-яких жанрів у будь-яких умовах – від камерних залів до багатотисячних стадіонів – відчуваючи себе безпосередніми учасниками дійства і відкриваючи для себе нові грані звуку.

Список використаних джерел

1. A Soundman's Guide to Communicating with Musicians. URL: <https://www.makingascene.org/a-soundmans-guide-to-communicating-with-musicians/> (date of access: 08.01.2025).
2. Analysis of the Acoustic Parameters of the Maria Zankovetska Theatre in the Lviv Before and After Modernisation of the Audience. URL: https://www.researchgate.net/publication/331314040_Analysis_of_the_Acoustic_Parameters_of_the_Maria_Zankovetska_Theatre_in_the_Lviv_Before_and_After_Modernisation_of_the_Audience (date of access: 15.01.2025).
3. Jon Burton – Prodigy Outdoor Sounds – Engineering Sound for Festival Events. URL: <https://www.soundonsound.com/people/jon-burton-prodigy-outdoor-sounds-engineering-sound-festival-events> (date of access: 22.01.2025).
4. L-Acoustics Creates Sound Revolution at Historic Muis Arnheim. URL: <https://www.installation-international.com/case-studies/l-acoustics-creates-sound-revolution-at-historic-muis-arnheim> (date of access: 29.01.2025).
5. L-Acoustics V-DOSC Installed into Ukraine's Leading Concert Hall. URL: <https://soundforums.net/news/l-acoustics-v-dosc-installed-into-ukraines-leading-concert-hall-191240/> (date of access: 10.02.2025).
6. Live Sound Communications Techniques. URL: <https://www.prosoundtraining.com/2011/03/14/live-sound-communications-techniques/> (date of access: 12.02.2025).
7. London's Royal Albert Hall: Transforming the sound of a world-class venue. URL: <https://www.whathifi.com/features/londons-royal-albert-hall-transforming-the-sound-of-a-world-class-venue> (date of access: 23.02.2025).
8. Muis Sacrum / Van Dongen–Koschuch. URL: <https://www.archdaily.com/901011/muis-sacrum-van-dongen-koschuch> (date of access: 01.03.2025).
9. Muis Sacrum Concert Hall – Merford. URL: <https://www.merford.com/en/projects/muis-sacrum-concert-hall> (date of access: 04.03.2025).
10. Pioneering Ukrainian Concert Hall Stays Open Amid War. URL: <https://www.avinteractive.com/news/audio/pioneering-ukrainian-concert-hall-stays-open-amid-war-09-11-2022/> (date of access: 27.04.2025).

11. Principles of Speech and Music Processing. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4757-5936-5_12 (date of access: 18.03.2025).
12. Review: Sphere – Reengineering the Concert Experience. URL: <https://www.rochester.edu/newscenter/review-summer-2024-sphere-reengineering-concert-experience-613942/> (date of access: 27.03.2025).
13. Royal Albert Hall Auditorium Upgrade. URL: <https://www.fast-and-wide.com/faw-news/12563-royal-albert-hall-auditorium-upgrade> (date of access: 27.04.2025).
14. Shaanxi Grand Theater China: L-Acoustics. URL: <https://www.l-acoustics.com/customer-stories/shaanxi-grand-theater-china/> (date of access: 01.04.2025).
15. The Challenges of Audio for Outdoor Events. URL: <https://www.installation-international.com/business/the-challenges-of-audio-for-outdoor-events> (date of access: 07.04.2025).
16. The History of Live Sound. Part 1. URL: <https://pro.harman.com/insights/av/the-history-of-live-sound-part-1/> (date of access: 18.04.2025).
17. The History of Live Sound. Part 2. URL: <https://pro.harman.com/insights/av/the-history-of-live-sound-part-2/> (date of access: 20.04.2025).
18. The Sound of U2's Vegas Show: A Spherical Miracle. URL: <https://www.mixonline.com/live-sound/venues/the-sound-of-u2s-vegas-show-a-spherical-miracle> (date of access: 24.04.2025).
19. The Sphere in Las Vegas: Popular Mechanics Overview. URL: <https://www.popularmechanics.com/technology/infrastructure/a45499347/las-vegas-sphere/> (date of access: 26.04.2025).

Звіт подібності

метадані

Назва організації

Communal Higher Educational Establishment of Kyiv Regional Council "Academy of Arts"

Заголовок

Дипломна робота Пастушенко М. Ю.

Автор

Науковий керівник / Експерт

Пастушенко М. Ю. Овсянніков В. Г.

підрозділ

Communal Higher Educational Establishment of Kyiv Regional Council "Academy of Arts"

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



25

Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2

10382

Кількість слів

82767

Кількість символів

Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

| | | |
|------------------------|----|-----|
| Заміна букв | Ⓡ | 43 |
| Інтервали | A→ | 0 |
| Мікропробіли | ␣ | 361 |
| Білі знаки | ␣ | 0 |
| Парафрази (SmartMarks) | а | 0 |

Подібності за списком джерел

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Колір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз

Колір тексту

| ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР | НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ) | КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ) |
|---------------------|---|---|
| 1 | https://nakkim.edu.ua/instituti/institut-suchasnogo-mistetstva/kafedra-estradnogo-vikonavstva | 14 0.13 % |

з бази даних RefBooks (0.00 %)

| ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР | ЗАГОЛОВОК | КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ) |
|------------------|-----------|--|
|------------------|-----------|--|

з домашньої бази даних (0.00 %)

| ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР | ЗАГОЛОВОК | КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ) |
|------------------|-----------|--|
|------------------|-----------|--|

з програми обміну базами даних (0.00 %)

| ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР | ЗАГОЛОВОК | КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ) |
|------------------|-----------|--|
|------------------|-----------|--|

з Інтернету (0.13 %)

| ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР | ДЖЕРЕЛО URL | КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ) |
|---------------------|---|---|
| 1 | https://nakkim.edu.ua/instituti/institut-suchasnogo-mistetstva/kafedra-estradnogo-vikonavstva | 14 (1) 0.13 % |

Список прийнятих фрагментів

| ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР | ЗМІСТ | КІЛЬКІСТЬ ОДНАКОВИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ) |
|---------------------|-------|--|
|---------------------|-------|--|

КОМУНАЛЬНИЙ ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ
КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ РАДИ
«АКАДЕМІЯ МИСТЕЦТВ ІМЕНІ ПАВЛА ЧУБИНСЬКОГО»
Кафедра музичного мистецтва естради

КВАЛІФІКАЦІЙНА (ДИПЛОМНА) РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня бакалавр

На тему:

«Особливості роботи з концертними комплексами
у контексті звукорежисури»

Галузь знань 02 «КУЛЬТУРА І МИСТЕЦТВО»
Спеціальність 025 "МУЗИЧНЕ МИСТЕЦТВО"

Освітньо-професійна програма: «ЗВУКОРЕЖИСУРА»

Професійна кваліфікація: 2455.2 Звукорежисер; 2453.2 Музичний оформлювач

Виконав: Керівник:
Студент випускної групи 4-БЕМ(з) Кандидат мистецтвознавства, доцент Пастушенко Максим Юрійович кафедри музичного мистецтва естради
Овсянніков Вячеслав Георгійович

Допустити до захисту

Протокол засідання кафедри від «___» _____ 2025 р. No _____

Завідувач кафедри музичного мистецтва естради

(_____) Карпенко-Боднарчук Ж. Л.
(підпис)

Київ 2025

Зміст

| | |
|--|----|
| Вступ..... | 3 |
| РОЗДІЛ I. Концертний комплекс: Історичний аспект розвитку концертних комплексів та звукорежисури..... | 5 |
| - Архітектурно-акустична еволюція концертних залів..... | 5 |
| - Впровадження електронного звукопідсилення та поява професії звукорежисера..... | 6 |
| - Новітні технології і сучасні вимоги публіки..... | 8 |
| РОЗДІЛ II. Приклади реалізації акустико-технічних рішень у концертних комплексах..... | 12 |
| 1. Royal Albert Hall (Лондон, Велика Британія) - модернізація історичного залу..... | 12 |
| 2. Musis Arnhem (Паркзаал, Арнем, Нідерланди) - мультифункціональна зала зі змінною акустикою..... | 14 |
| 3. Shaanxi Grand Theater (Сіань, Китай) - сучасний комплекс із світовими стандартами..... | 17 |
| 4. Національний палац «Україна» (Київ, Україна) - впровадження лінійного масиву в головній концертній залі країни..... | 18 |
| 5. Sphere (Лас-Вегас, США) - ультрасучасна арена з іммерсивними технологіями..... | 20 |
| РОЗДІЛ III. Практичні аспекти роботи звукорежисера у концертних комплексах..... | 25 |
| - Підготовка звукової системи: проектування, мобільність, налаштування..... | 25 |
| - Озвучення open-air: фестивалі, стадіони, вуличні концерти..... | 28 |
| - Гібридні та крос-медійні формати: інтеграція живого звуку з іншими медіа..... | 30 |
| - Робота в команді: звукорежисер, технічний персонал, виконавці..... | 32 |
| Висновки..... | 36 |
| Список використаних джерел..... | 43 |

Вступ.

Концертні комплекси - від класичних філармонічних залів до сучасних багатоцільових арен та open-air майданчиків - є складними архітектурно-акустичними просторами, в яких відбувається взаємодія між фізичними властивостями приміщення, технічними засобами звукопідсилення та творчою роботою звукорежисера. Звукорежисура як професія еволюціонувала поруч із розвитком самих концертних просторів та технологій: від акустичних хитрощів стародавніх театрів до високотехнологічних цифрових систем об'ємного звуку.

Дослідження особливостей роботи зі звуком у концертних комплексах є актуальним, оскільки поєднує історичний аналіз розвитку залів і звукових технологій, вивчення успішних сучасних кейсів інсталяцій, а також практичні аспекти діяльності звукорежисера.

Метою цього дослідження є комплексний аналіз еволюції концертних комплексів і звукорежисерських підходів, розгляд конкретних реалізацій звукових систем у різних залах та майданчиках, а також визначення методики роботи звукорежисера в сучасному середовищі.

Актуальність дослідження зумовлене потребою у системному аналізі технічних рішень, структурі роботи звукорежисера та взаємодії з сучасними концертними системами. Дослідження цієї проблематики має не лише практичне, але й педагогічне значення для фахової підготовки майбутніх звукорежисерів. Тому дана тема є своєчасною та затребуваною як у науковому середовищі, так і в реальному музичному виробництві.

Об'єктом дослідження є сучасна система концертного звукопідсилення, як комплекс технічних, просторових та організаційних складових у сфері живого звуку. Це багаторівневе явище, що охоплює архітектурну акустику, електронне обладнання та методики управління аудіо середовищем.

Предметом дослідження виступають засоби, прийоми та специфіка роботи звукорежисера у процесі проектування, налаштування й експлуатації звукових систем на концертних майданчиках.

Теоретичне та практичне значення роботи. Теоретичне значення виявлене у аналізі структури професійної діяльності звукорежисера в умовах великих концертних просторів й охоплює як матеріально-технічні, так і художньо-когнітивні аспекти діяльності звукорежисера в сучасному концертному середовищі. Практичне значення роботи полягає у виявленні практичних рішень, здатних підвищити якість аудіального досвіду на концертних майданчиках.

Для досягнення мети поставлено такі завдання:

1. простежити історичний розвиток архітектури концертних залів та систем звукопідсилення, а також зміну вимог публіки й ролі звукорежисера (Розділ 1);
 2. проаналізувати приклади успішних національних та міжнародних реалізацій звукових систем у концертних просторах, акцентуючи увагу на акустичних рішеннях, інноваційних технологіях (наприклад, системах d&nb Soundscap(e) та L-Acoustics L-ISA) і ролі звукорежисера в цих проектах (Розділ 2);
 3. дослідити практичні аспекти роботи звукорежисера: використання мобільних систем у турах, специфіку озвучення open-air заходів, роботу з гібридними форматами та крос-медійними проектами, налаштування звуку під різні простори та командну взаємодію зі службами і артистами (Розділ 3).
- Дослідження спирається на академічні джерела з акустики та звукотехніки (зокрема праці Ергла, Рамзі, публікації AES), профільні технічні документи провідних виробників аудіосистем (L-Acoustics, Meyer Sound, d&nb audioteknik) та аналіз реальних кейсів, у тому числі українських.

Структура роботи. Робота структурована у трьох розділах, кожен з яких завершується стислими висновками, узгодженими із загальними підсумками.

Розділ I. Історичний аспект розвитку концертних комплексів та звукорежисури

1.1. Архітектурно-акустична еволюція концертних залів

Розвиток концертних комплексів як архітектурно-акустичних просторів має глибокі історичні корені. Ще в античності будівничі створювали театри й амфітеатри, що використовували принципи природної акустики для підсилення звуку. Знаковим прикладом є римські амфітеатри, зокрема побудовані за принципами Вітрувія: напівкругла форма та ярусне розташування глядачів фокусували увагу на сцені та зменшували затухання звуку на відстані [16]. Така архітектура забезпечувала чудову видимість і водночас сприяла тому, щоб голос актора чи музика долинали до найвіддаленіших рядів без електронного підсилення. Отже, акустика архітектури була першим «звукорежисером» стародавніх концертних просторів. У наступні епохи принципи будівельної акустики вдосконалювалися. В епоху бароко та класицизму з'явилися закриті концертні зали та оперні театри, спроектовані спеціально для музичних виступів. Тодішні композитори навіть враховували особливості залів у своїх творах: наприклад, церковна хорова музика писалася повільною та величною, адже виконувалася у великих ревербераційних храмах, тоді як камерна музика була стрімкішою, бо призначалася для малих салонів із коротким відлунням [16]. Знаковим досягненням на рубежі XIX–XX ст. стала наука акустика залів: роботи Уоллеса Сабіна, який дослідив залежність між об'ємом приміщення, площею звукопоглинальних поверхонь і часом реверберації, лягли в основу проектування таких легендарних залів, як Бостонський симфонічний зал (1900). Класичні концертні зали цього періоду (Музикферайн у Відні, Концертгебау в Амстердамі тощо) відомі своїми «теплими» акустичними властивостями – тривалим ревербераційним хвостом (~2 секунди), рівномірним звучанням у залі та природним балансом оркестрових інструментів. В цих умовах жива акустика залу фактично виконувала роботу сучасного звукопідсилення, а посадові особи, відповідальні за звук, обмежувалися акустиками, що консультували архітекторів.

1.2. Впровадження електронного звукопідсилення та поява професії звукорежисера

На початку XX століття відбувся справжній переворот – поява електроакустичних технологій, зокрема мікрофона та гучномовця. Винахід електродинамічного гучномовця (E. Kellogg та C. Rice, 1925) і розвитку електронних підсилювачів відкрив можливість штучно підсилювати звук у реальному часі. Перші експерименти зі звуковим підсиленням стосувалися, головним чином, мовлення: відомо, що під час промови президента США Вудро Вільсона в 1919 році використовувалася система компанії Magnavox, щоб донести голос до багатотисячної аудиторії на відкритому повітрі. У музичній сфері електронне підсилення вперше застосовувалося в 1930-х роках для озвучення кінотеатрів і деяких великих заходів, але широке впровадження в концертну діяльність почалося після Другої світової війни.

З ростом потужності підсилювачів та вдосконаленням мікрофонів у 1950–60-х роках виник новий формат концертів – великі естрадні шоу на стадіонах і open-air фестивалі, які без електронного звуку були б неможливими. Світовим поворотним моментом став легендарний концерт The Beatles на стадіоні Shea (Нью-Йорк, 1965) – перший виступ рок-гурту на величезному спортивному стадіоні для ~55 тисяч глядачів [16]. Ця подія продемонструвала як амбіції музичної індустрії, так і технічні проблеми: звукова система не впоралася з завданням – публіка ледве чула музику через обмежену потужність колонок і 100-ватних підсилювачів, а самі музиканти не чули себе через шалений крик фанатів [16]. Виступ на Shea Stadium висвітлює критичну потребу в професіоналах, здатних налаштувати звук на таких масштабних майданчиках, – тобто фактично започаткував еру звукорежисерів концертів. Якщо раніше в камерних умовах роль «звукової рівноваги» забезпечував диригент та акустика залу, то відтепер потрібен був фахівець, який би проєктував і керував електронною звуковою системою.

У відповідь на виклики великої сцени кінець 1960-х – 1970-ті ознаменувалися бурхливим розвитком концертного звукового обладнання. З'являються перші спеціалізовані турові звукові системи. Піонерські компанії та інженери (наприклад, Bill Hanley – звукоінженер фестивалю Woodstock 1969) створювали нестандартні рішення: на Woodstock було встановлено кілька масивів колонок, що забезпечили на той час безпрецедентну потужність і охоплення аудиторії ~400 тисяч. Інший знаковий кейс – «Стіна звуку» Grateful Dead (1974): цей гурт разом зі своїми інженерами (Owsley Stanley, Dan Healy) сконструював гігантську модульну систему з десятків підсилювачів і гучномовців, розташованих за сценою, щоб досягти максимально чистого та гучного звучання без традиційних моніторів (музиканти чули себе напряму від «стіни» акустичних систем). Хоча та система була технічно складною і недовговічною, вона продемонструвала прагнення до чистоти звуку та відсутності спотворень навіть на великих аренах, встановивши нові стандарти для концертного саунду.

Паралельно із технікою формувалася і професійна спільнота звукорежисерів. Спершу цим займалися ентузіасти-інженери чи самі музиканти, але потім сформувалися окремі ролі: **FOH** (Front-of-House) інженер – відповідальний за звук для глядачів, та **моніторний інженер** – що забезпечує звук на сцені для виконавців. Звукові команди почали супроводжувати гастролі артистів. Наприклад, культовий гурт Pink Floyd у 1970-х возив з собою власну звукову систему і команду, впроваджуючи навіть квадрофонічне звучання на концертах (тур: **The Wall**, 1980, мав складну квадрузвукову систему для спецефектів, керувану звукорежисером).

Наприкінці 1970-х – початку 1980-х під впливом розвитку студійних технологій в концертній звуку приходять цифрові пристрої обробки сигналів – ревербератори, еквайзери, ефекти – що дозволяють урізноманітнити саунд наживо. Водночас зростає потужність та надійність підсилювачів (перехід від лампових до транзисторних дав змогу робити системи потужнішими, легшими і надійнішими) [16]. 1980-ті – це також поява безпроводних систем: радіомікрофони та індивідуальні монітори (ІЕМ). Перші комерційні бездротові in-ear монітори (Galwood, 1987) кардинально змінили сцену – музиканти отримали можливість чути персональний мікс у навушниках і вільно рухатися, не прив'язуючись до зони покриття сценічних моніторних колонок [17]. Це зменшило сценічний шум і дало звукорежисерам нові інструменти балансу звуку.

1.3. Новітні технології і сучасні вимоги публіки

Розвиток звукотехніки кінця XX – початку XXI століття значно розширив можливості роботи у концертних комплексах. Одним з найважливіших нововведень стала поява лінійних масивів акустичних систем. До початку 1990-х великі концертні колонки зазвичай складали в кластери, але це давало нерівномірне покриття: біля сцени дуже голосно, а на віддалі звук різко загасав. Прорив стався у 1993 році, коли Крістіан Хейль (L-Acoustics) представив систему V-DOSC – перший справжній лінійний масив для турового звуку [17]. Принцип лінійного масиву полягає у вертикальному підвішуванні багатьох однакових модулів-колонок, що випромінюють звук синфазно. Така конфігурація забезпечує кращу дальність і рівномірність: рівень гучності спадає повільніше з відстанню, горизонтальна діаграма широка, а вертикальна – вузька, щоб сконцентрувати енергію на слухачах і менше – в стелю чи підлогу [17]. Від моменту впровадження V-DOSC майже всі великі турові системи перейшли на лінійні масиви – сьогодні важко уявити великий фестиваль чи арену без характерних «J-подібних» підвісів колонок з обох боків сцени [17]. Для стаціонарних концертних залів також почали встановлювати лінійні масиви або їх різновиди для рівномірного озвучення балконів, лож і партеру. Цифрова революція 1990-х – 2000-х охопила і мікшери. З появою на рубежі століть цифрових консолей (Yamaha PM1D, 2000; Digidesign Venue тощо) звукорежисери отримали можливість зберігати пресети налаштувань, використовувати вбудовані плагіни та ефекти і обслуговувати дедалі більше каналів з меншими габаритами обладнання [17]. Це значно спростило роботу на турі: консоль можна підготувати заздалегідь, а на концерті лише відкоригувати під зал, забезпечуючи стабільно високий рівень міксу сценою. Сучасні цифрові пульти також дозволяють одночасно вести декілька міксів (для PA, для запису, для трансляції), мають дистанційне керування по мережі, що дає гнучкість звукорежисеру переміститися по залу з планшетом під час налаштування звуку.

Змінилася й свідомість публіки та її очікування. Сучасний слухач, привчений до якісних студійних записів і комфортного прослуховування, прагне, щоб наживо звук був гучним, але чистим, розбірливим та «об'ємним». Якщо у 1960-х роках глядачі великого рок-концерту були готові миритися зі спотвореннями чи луниною (як у ранніх аренах), то нині навіть на стадіоні очікують майже Hi-Fi якості звучання. Це стимулює впровадження інноваційних систем, що розширюють межі стереозвуку. В останні роки стали популярними іммерсивні аудіосистеми: зокрема, платформа L-Acoustics L-ISA (Immersive Sound Art) та система d&b Soundscape. Вони дають можливість розташувати багато акустичних систем навколо слухачів і здійснювати об'єктно-орієнтоване мішування, коли звук кожного джерела панорується не просто вліво-вправо, а в реальне положення на сцені або навколо неї. Це створює враження «присутності» та натуральності – немов звук походить безпосередньо від виконавця, а не з колонок. Крім того, такі системи мають модулі електронної архітектури акустики: наприклад, **En-Space** (в рамках d&b Soundscape) дозволяє додати в зал штучне відлуння знаменитих концертних залів. Вперше подібні рішення почали інтегрувати навіть у класичні зали. Показовим є приклад Королівського Альберт-холу (Лондон) – історичного залу, де в ході модернізації 2017–2018 рр. було встановлено 465 гучномовців d&b audiotechnik з системою розподілу звуку по всьому периметру залу, а інженери можуть додавати «тонке ревербераційне забарвлення», змодельоване під акустику відомих залів, аби вирівняти сприйняття звуку на різних ярусах [17]. Така конвергенція архітектури і електроніки знаменує новий етап, коли для досягнення оптимального звучання поєднуються акустичний дизайн приміщення, розгалужена система звукопідсилення та творчий підхід звукорежисера, який керує цим комплексом.

Отже, історичний розвиток концертних комплексів і технологій звукопідсилення пройшов шлях від повної залежності від природної акустики до сьогоденної синергії архітектурних та електронних засобів. Паралельно сформувалася і еволюціонувала професія звукорежисера: від інженера-ентузіаста при перших мікрофонах – до високоефективного спеціаліста, що володіє арсеналом цифрових інструментів і керує складними просторовими звуковими інсталяціями задля досягнення головної мети – донести до слухача художній задум виконавця у найкращій якості.

Висновки до Розділу I

Історичний аналіз показує, що концертні комплекси постійно змінювалися під впливом технологічного прогресу та вимог слухачів. У допідсилювальну еру акустичні властивості залів були ключовими: архітектори використовували форму та матеріали приміщень для природного поширення звуку, забезпечуючи прийнятне звучання без технічних засобів. Впровадження електронного звукопідсилення в XX столітті дало можливість виступати на небачених раніше майданчиках (стадіонах, відкритих фестивалях), однак породило нові виклики – необхідність технічної грамотності та спеціального управління звуком. Так виникла професія звукорежисера концертів, яка еволюціонувала від простого обслуговування апаратури до творчо-технічної діяльності високого рівня. З другої половини XX ст. і до сьогодні спостерігається стрімкий розвиток аудіотехнологій: поява потужних портативних систем, лінійних масивів, цифрових консолей, іммерсивних багатоканальних систем. Це вимагає від звукорежисерів постійного освоєння нових інструментів. Публіка, зі свого боку, стала вимогливішою до якості звуку на концертах – очікується одночасно висока гучність, чистота, просторовість та комфорт. Історичний аспект демонструє, що ефективна робота зі звуком у концертних комплексах завжди була міждисциплінарним завданням, що лежить на перетині архітектури, інженерії та мистецтва, а сучасний звукорежисер є спадкоємцем як знань акустиків минулого, так і інноватором, який впроваджує новітні рішення для публіки.

Розділ II. Приклади реалізації акустико-технічних рішень у концертних комплексах

У цьому розділі розглянуто кілька показових кейсів інсталяції звукових систем у концертних просторах – як в Україні, так і за кордоном. Кожен приклад ілюструє певний аспект сучасних тенденцій: адаптацію історичних залів до нових вимог, проєктування мультифункціональних просторів, впровадження інноваційних технологій (імітація акустики, об'ємний звук), а також роль звукорежисерів та інженерів у цих процесах.

2.1. Royal Albert Hall (Лондон, Велика Британія) – модернізація історичного залу

Королівський Альберт-гол – один з найвідоміших концертних залів світу, збудований у 1871 році. Його овалоподібна зала під куполом відома як архітектурний шедевр, але історично

мала складну акустику: сильне довге ехо через форму купола. У 1969 році для боротьби з ехом під стелею встановили знамениті «літаючі гриби» - підвісні диски-дифузори, що дещо покращили акустику. Проте, з розвитком електронного підсилення та розширенням програми заходів (від симфоній до рок-концертів і навіть боксу) стало ясно, що потрібне комплексне рішення.

У 2017-2019 роках Альберт-гол пройшов масштабну звукову реконструкцію, що стала найбільшим вдосконаленням звуку за півстоліття [13]. За проєкт взялася компанія (Sandy) Brown Acoustics (акустичний консалтинг) разом з фахівцями фірми d&b audioteknik. Основне завдання - забезпечити рівномірне покриття звуком на всіх рівнях зали (партер, коло, гальорка, 12 лож бенеуару тощо) без порушення історичного інтер'єру. В результаті було встановлено найбільшу у світі постійну систему гучномовців в одному приміщенні: 465 акустичних систем d&b, під'єднаних 15 км кабелів та 73 підсилювачами [17]. Вперше окремі кластери гучномовців отримали всі рівні: коло, гальорка і кожна з 144 приватних лож, щоб звук «наблизити» до слухача і усунути мертві зони [7]. Центральні великі масиви обслуговують партер, а додаткові маленькі колонки приховані по периметру для верхніх ярусів. Інженери створили детальну 3D-модель залу, змодельовали поширення звуку і оптимізували типи та розташування динаміків [7]. Наприклад, для галереї (стоячого верхнього ярусу), де дуже «живе» відлуння і тверді стіни, були додані спеціальні спрямовані випромінювачі та заплановано використання драпіровок для зменшення реверберації [7]. Результати перевершили очікування: тепер навіть місяць під куполом мають чіткий звук, який майже не поступається партеру [7]. Зокрема, сім підвісних кластерів «delay» у колі синхронізують час прибуття звуку до віддалених точок, щоб навіть на краю зали слухач чує одночасно з фронтальним звуком, без запізнення [7].

Цікаво, що нова система дозволяє застосовувати електронну архітектуру акустику: у колі і ложі подаються не лише прямий звук, а й синтезований «камітний» ревербераційний сигнал, змодельований на основі акустики знаменитих залів [17]. Це додає просторової цілісності - глядач у бенеуарі чує відлуння ніби з основного залу, а не віддалений сухий звук. Фактично, така технологія є елементом іммерсивної системи (аналогічно до модуля En-Space у d&b Soundscapes), хоч в публічних джерелах прямо не згадано, чи використано саме Soundscapes DSP.

Для управління такою складною мережею використовуються сучасні цифрові інфраструктури: звуковий сигнал маршрутизовано через оптичну мережу на базі (Optocore) Dante, зі встановленням центральних маршрутизаторів BroaMap Route66 для з'єднання цифрових консольних позицій (в залі використовуються цифрові пульти DiGiCo) [13]. Це забезпечує гнучкість - можна підключатися в різних точках зали, перемикаючи джерела, гарантувати резервування сигналу.

Роль звукорежисера в такому залі виходить на новий рівень: тепер він має у розпорядженні систему, котра «розумно» розподіляє звук, дозволяючи зосередитися на художньому міксі. Наприклад, для симфонічних концертів звукорежисер може лише додати трохи реверберації через систему, зберігаючи акустичне звучання, а для рок-концерту - активувати всі підсилювачі й забезпечити рокове «м'ясо» рівномірно по залу без «гучних» та «тихих» зон. У відгуках зазначалося, що тепер якість звуку на різних заходах відповідає світовому рівню, а слухачі в будь-якій точці зали отримують однаково насичений і чіткий саунд [13]. Цей кейс демонструє, як грамотне поєднання акустичного аналізу, сучасних технологій (розподіленого озвучення, штучної реверберації) та роботи звукорежисерів дозволило історичному простору залу задовольнити сучасні вимоги публіки, зберігши свою автентичність.

2.2. Musis Arnhem (Паркзал, Арнем, Нідерланди) - мультифункціональна зала зі змінною акустикою

Musis Sacrum (Arnhem) - концертний комплекс з багатою історією (існує з 1847 року), який нещодавно отримав нове життя завдяки масштабній реконструкції. У 2017 році відкрито новий (Parkzaal) - великий зал на 1600-2000 місць, спроектований як сучасний багатоцільовий простір для симфонічних концертів, поп-рок виступів і навіть заходів на відкритому повітрі. Унікальність Parkzaal полягає в його архітектурі: за сценою знаходиться гігантська скляна стіна 16x11 м, яка може відкриватися до міського парку [8]. Таким чином, зал здатний перетворюватися: у закритому стані - це традиційний концертний зал, а у відкритому - сцена, звернена в бік парку, що дозволяє проводити орен-аір концерти, де публіка слухає з вулиці, а частина звуку виходить назовні. Це рішення - технічні розсувні скляні панелі - дає можливість поєднати найкраще з двох світів: затишку акустику приміщення і атмосферу літнього паркового виступу [8; 9].

Такий інноваційний дизайн висуває складні вимоги до акустики та озвучення. У середині Parkzaal реалізовано систему змінної акустики: дерев'яні відбивачі та близько 400 панелей-поглиначів можуть змінювати положення, регулюючи реверберацію залу [4]. Для класичних концертів - відкрита дерев'яна поверхня для більшої реверберації; для amplified-музики - виставляються поглиначі, що «сушать» зал. Крім того, балконна конструкція і велика скляна поверхня створюють потенційно нерівномірне звукове поле та можливі проблеми з низькими частотами (через площину скла).

У 2023-24 роках, щоб відповідати різноплановому використанню, зал оснастили сучасною лінійно-масивною системою L-Acoustics серії L. Проєктування виконала компанія Fairlight (сертифікований партнер L-Acoustics) з урахуванням «двох облич» залу - акустичного і електропідсиленого [4]. Головний ПА включає по одному модулю L-Acoustics L1 та L2D з кожного боку сцени (новітні колінеарні масиви L Series), доповнені чотирма сабвуферами KS21 з кожного боку, і ще 4 додаткових KS21 по залі для рівномірного басу [4]. Для заповнення близьких зон встановлено 4 колонки A10 Wide (інфілли) і 3 маленькі 5XT спереду сцени як фронт-філи для перших рядів [4]. Усю систему приводять в дію цифрові підсилювачі LA7.16i, LA12X, LA2Xi, а керування та обробка сигналу здійснюється процесором L-Acoustics P1, з'єднаним по мережі (Milan-AVB) (комутатор L-Acoustics LS10) [4]. Це одне з перших упроваджень L Series - нової серії, яка покликана поєднувати точність й компактність.

Проєктувальники стикнулися з кількома викликами:

1. забезпечити високий рівень звуку з рівномірним покриттям на всіх місцях (враховуючи балкон) для гучних концертів;
 2. водночас гарантувати низький рівень шуму власне системи для класичних подій (щоб фон від підсилювачів/вентиляції не заважав тихим пасажам) [4];
 3. мінімізувати візуальний вплив - колонки інтегрували в архітектуру так, щоб вони не порушували естетики модерного залу зі скляною стіною;
 4. і ще специфічно для Musis: система має працювати при відчиненій стіні, тобто частина звуку йде на парк. Це вимагало оптимізації фазової узгодженості і можливо використання зовнішніх додаткових колонок, коли зал відкритий (хоча деталей про це не надано, ймовірно, при відкритті стіни звукорежисери застосовують окремі налаштування).
- Для вирішення цих задач застосували програмне моделювання Soundvision від L-Acoustics і провели ретельне налаштування. За словами Рене ван дер Ліндена, інженера Fairlight, при демонстрації нової L Series керівництву Musis стало очевидно, що система перевершує всі вимоги і є фактично новим стандартом, якого очікують гастролюючі колективи [4]. Обрання L-Acoustics було не випадковим, адже багато приїжджих продакшенів вимагають саме цю марку в технічних райдерах [4]. Отже, зала тепер оснащена за вищим світовим рівнем.
- З точки зору звукорежисери, Musis Arnhem цікавий тим, що дає змогу практично «на льоту» адаптуватися до типу події. Звукорежисер, що працює в Parkzaal, мусить враховувати змінну акустику: наприклад, для оркестру він може мінімально застосовувати підсилення - лише підкреслити певні групи інструментів або взагалі не користуватися мейн-портами, спираючись на природне відлуння зали (при закритій стіні і налаштованих відбивачах зала має власний достатній час реверберації, проєктований для класики). Навпаки, для рок-концерту він «осушує» зал панелями, вмикає повну систему L-Acoustics і отримує контрольований звук без гулко відлуння - практично як у великому студійному залі. Якщо ж подія переходить в орен-аір формат з відкритою задньою стіною - виникає задача уникнути звукових затримок і фазових проблем між внутрішніми і зовнішніми частинами простору. Можливо, у таких випадках звукорежисери використовують окремі зовнішні акустичні системи для аудиторії в парку і синхронізують їх з внутрішніми.

Таким чином, Musis Arnhem - приклад універсального концертного комплексу, де архітектурні інновації (відчинена стіна, змінна акустика) поєднані з передовими аудіотехнологіями (сучасний лінійний масив, мережеві підсилювачі). Роль звукорежисера тут особливо важлива: він фактично є оператором «гучного» залу, приймаючи рішення, як налаштувати простір і звук під конкретний захід. В тій самій співпраці з технічним персоналом залу (відповідальним за акустичні панелі, механізми стіни) звукорежисер забезпечує стабільно високоякісний звук - чи то камерна симфонія, чи гучний рок, чи орен-аір для тисяч глядачів у парку.

2.3. Shaanxi Grand Theater (Сіань, Китай) - сучасний комплекс із світовими стандартами

Shaanxi Grand Theater (міст Сіань - це новий (відкритий у 2017 році) багатофункціональний театр і водночас перший в Північно-Західному Китаї міжнародний професійний центр виконавчих мистецтв) [14]. Він вміщує 2040 глядачів, має два яруси балконів, розділений партер та великий відкритий оркестровий підземний хор (що дозволяє використовувати повний симфонічний склад) [14]. Амбіція комплексу - приймати найрізноманітніші події: від опери і балету до бродвейських мюзиклів, поп-концертів і культурних фестивалів. Відповідно, вимоги до звукової системи були надзвичайно високі: вона мала забезпечувати виняткову якість звучання для широкого спектру жанрів, задовольнити очікування як артистів, так і публіки, і водночас вписуватися в естетику сучасної зали та бюджетні рамки [14].

Після ретельного аналізу було обрано рішення від L-Acoustics - систему на основі лінійного масиву (Kara). Ця модель відома як універсальна: достатньо компактна для театральних приміщень, але потужна (музична) за саундом. Основний стерео-портал в Shaanxi Grand Theater складається з 12 модулів Kara на бік, плюс кластер з 9 Kara по центру (для рівномірного покриття центральних партерних рядів) [14]. Низькочастотне підсилення забезпечують сабвуфери SB18: чотири SB18i інтегровані у підвіс кожного масиву, настроєні в кардіоїдну конфігурацію для зменшення базового навантаження на сцену [14]. Додатково на підлозі з кожного боку сцени розміщено по два великих сабвуфери KS28 для «суб-низьких частот ефекту «удару» у потужних шоу» [14]. Для розширення покриття по ширині залу - встановлено 3 компактних гучномовців Kiva II з кожного боку як аутфілли (на заповнення бічних місць) [14]. Перші ряди партеру покриваються низькопрофільними коаксціальними моніторами X8 вздовж сцени, а якщо використовується оркестрова яма, по її краю монтуються крихітні 5XT для близької зони [14].

Ця конфігурація була ретельно налаштована інженерами та локальною командою. Результат - універсальна система, яка перевищила очікування: Кара забезпечує і високий рівень звукового тиску для найгучніших шоу, і тонку музичність для акустичних виступів [14]. Директор з аудіо театру Ян Чао відзначив, що звук системи настільки природний і точний, ніби слухавеш чудові навушники, ефект яких відчутний на кожному місці в залі [14]. Зникли проблеми з зворотним зв'язком при мові та покращилася розбірливість аж до останнього ряду [14]. Це свідчить, що правильний вибір і розміщення динаміків дають можливість великому залу успішно транслювати і рок-концерт, і драматичну виставу без втрати якості.

З точки зору організації, для (Shaanxi) Grand Theater (важливо) було дотриматися і естетичних вимог - система Кара достатньо компактна, щоб не блокувати огляд сцени і не порушувати дизайн інтер'єру. Крім того, вона модульна - при необхідності можна переналаштувати під іншу конфігурацію чи жанр. Для персоналу театру, особливо звукорежисерів, такий інструмент дає свободу творчості: вони можуть оперативно переконфігурувати систему (відключити центр для класики, чи навпаки, додати басових сабів для електронного концерту), мають контроль через мережеве керування процесорами L-Acoustics.

Цей кейс демонструє, як сучасні національні театри (у даному випадку - Китай) переймають провідні аудіотехнології, щоб відповідати світовим стандартам. За кілька років роботи Shaanxi Grand Theater зарекомендував себе як майданчик з чудовим звуком, де гастролери можуть реалізувати свої шоу без компромісів. Важливо підкреслити роль локальної команди звукорежисерів: вони брали участь у тестах систем, під час інсталяції співпрацювали з інженерами L-Acoustics, а тепер забезпечують бездоганне функціонування комплексу. Це показує, що успіх проєкту залежить не лише від обладнання, але й від кваліфікації звукорежисерів та технічного персоналу, які мають розуміти можливості системи і вміти їх

реалізувати на практиці.

2.4. Національний палац «Україна» (Київ, Україна) - впровадження лінійного масиву в головній концертній залі країни

Як приклад національного кейсу розглянемо НГМ «Україна» - головний концертний зал України, відкритий у 1970 році в Києві, місткістю 3714 місць. Зал «Україна» спроектований у радянські часи як універсальний зал для концертів, державних урочистостей, кінопоказів, тож його акустика є компромісною (великий об'єм, помірна реверберація, розрахунок більше на озвучення через мікрофони). У 2011-2012 рр. постало завдання оновити застарілу звукову систему палацу до сучасного рівня. В результаті тендеру було обрано рішення від L-Acoustics - вперше в Україні встановлено повноцінний лінійний масив світового класу у стаціонарній залі.

Систему змонтувала компанія «ART-R», ексклюзивний дистриб'ютор L-Acoustics в Україні [5]. Конфігурація включає головний лівий/правий масив по 9 модулів V-DOSC з кожного боку - це великоформатні елементи лінійного масиву з технологією Wavefront Sculpture (WST) від L-Acoustics [5]. Для покриття центру сцени над порталом підвішено додатковий кластер з 12 компактних V-DOSC (версія V-DOSC для центрів) [5]. Ще два d-V-DOSC встановлені безосередньо на сцені як фронт-філи і сайд-філи для ближніх місць [5]. Низькі частоти відтворюються вісьмома сабвуферами SB28, розташованими по краях сцени [5]. Вся система живиться від підсилювачів L-Acoustics LA8, а налаштування здійснювалося за підтримки інженера L-Acoustics Андрія Нагеля, який приїхав для тонкого тюнінгу та навчання локальних фахівців [5].

Запровадження цієї системи дало колосальний приріст у якості звуку залу. Як зазначив технічний директор ART-R Андрій Котець, новий звукокомплекс надав Палацу «Україна» безпрецедентну потужність і контроль завдяки використанню технології лінійного масиву L-Acoustics WST, прогресивному дизайну сабвуферів та сучасним підсилювачам з DSP [5]. За його словами, таке поєднання дозволило досягти одночасно високої гучності без спотворень і точного покриття зали звуком [5]. Фактично, з моменту встановлення V-DOSC Палац «Україна» став відповідати технічним вимогам більшості міжнародних артистів, що гастролюють - адже L-Acoustics V-DOSC/KUDO були де-факто стандартом топ-турів 2000-х років.

Для українських звукорежисерів це також стало новим етапом: вперше вони отримали в розпорядження систему, з якою можна працювати на рівні світових майданчиків. Роль штатних звукорежисерів Палацу «Україна» полягала у швидкому освоєнні особливостей лінійного масиву - правильного виставлення кута вигину кластерів під конкретну подію, використання контролерів LA8 для різних пресетів (наприклад, режим для мови, для концерту, для кіно). Багато хто з українських фахівців проходив тренінги і стажування, щоб опанувати цю систему. Успішна реалізація проекту показала важливість інтеграції іноземного досвіду і локальних зусиль: інсталяцію виконали українські інженери під супроводом французьких експертів, а далі вже місцеві звукорежисери щоденно експлуатували систему, підтримуючи її оптимальний стан.

Отриманий в Палаці «Україна» якісний ривок у зв'язі стимулював і інші українські майданчики: почали оновлюватися звукові комплекси в театрах, клубах, з'являються лінійні масиви від провідних брендів і в прокаті для фестивалів. Станом на сьогодні, цей зал досі залишається одним з еталонів якості звуку в Україні, а описаний кейс - приклад успішної модернізації за рахунок впровадження передових технологій та підготовки кадрів.

2.5. Sphere (Лас-Вегас, США) - ультрасучасна арена з іммерсивними технологіями

Sphere (офіційна назва - MSG Sphere at The Venetian) у Лас-Вегасі - найновіший на сьогодні концертний комплекс, відкритий у вересні 2023 року. Це гігантська сферична структура висотою 111 м і діаметром ~157 м, що вміщує близько 17 600 глядачів file-juej7geujisnawvdbtut. Sphere вже називають «ареною майбутнього», адже вона спроектована спеціально для повного занурення аудиторії у мультимедійне шоу. За оцінками, це найдорожчий розважальний майданчик у світі (бюджет будівництва понад \$2,3 млрд), і кожен його аспект унікальний.

Головна «родзинка» внутрішній панорамний LED-екран площею ~15 000 м² (це приблизно два футбольні поля), який огортає глядачів довкола та над ними, утворюючи суцільне зображення з роздільною здатністю 16Kx16K file-juej7geujisnawvdbtut. На цьому екрані демонструється неймовірно деталізовані контент-шоу, які координуються з живими виступами артистів на сцені. Але не менш інноваційною є аудіосистема арени Sphere Immersive Sound, розроблена спільно з компанією Holoplot. По всьому периметру за екраном приховано близько 164 000 гучномовців, згрупованих у 1 600 модулів; це найбільша у світі система beamforming-аудіо [19]. Завдяки цій технології звукові «промені» можна точно спрямувати в будь-яку точку залу, створюючи рівномірне покриття і різні звукові зони. Система підтримує wave field synthesis - відтворення звукового поля, яке сприймається як натуральне 3D: слухачі фактично чують звук з правильних напрямків, незалежно від свого місця, що разом із візуальним контентом дає відчуття повного занурення.

Крім того, кожне зі ~18 тисяч місць обладнане високочастотними тактильними вібраторами у сидіннях (для передачі низькочастотних відчуттів) та спеціальними пристроями для персонального обдуву та подачі аромату. Ця 4D-платформа ефектів може імітувати, наприклад, вітер або прохолоду, синхронно з подіями на екрані [12]. Тематичні шоу в Sphere супроводжуються такими ефектами: якщо на екрані летить вертоліт - глядач відчуває пориви вітру; якщо демонструється ліс - у повітря подаються відповідні запахи дерев і трав; якщо сцена на льоду - система кондиціонування створює відчуття прохолоди. Усе це відбувається непомітно для публіки, але підсвідомо підсилює реалістичність сприйняття.

Для звукорежисерів Sphere став новим полігоном, де зливаються воєдино звук, відео та ефекти. Під час концертів тут використовується складна система тайм-кодів: кожен аудіо- та відеотрек, кожен спецэффект прив'язані до єдиного сценарію шоу. Звукорежисер співпрацює з саунд-дизайнерами і саунд-продюсерами, які готують багатоканальні мікси з урахуванням просторового розміщення звукових об'єктів. Під час виступу більшість параметрів автоматизовано - об'ємний звук рухається разом із зображенням, створюючи, наприклад, ілюзію пролітаючого повз вертольота або оточення слухача звуками природи. Втім, роль людини залишається ключовою: команда аудіоінженерів Sphere контролює якість звучання в різних точках залу, оперативно вносить корективи при живому виступі артистів, стежить за синхронністю з іншими підсистемами (візуальною, ріго-ефектами тощо).

Першим великим випробуванням для Sphere стала резиденатура гурту U2 восени 2023 року. Шоу U2:U Achtung Baby Live at Sphere поєднало живий концерт легендарної рок-групи з грандіозними візуальними полотнами на екрані, які іноді повністю оточували глядачів (360° контент). Звукова картина також була незвичною: замість традиційного стерео з фронтальної сцени слухачі чули об'ємний мікс, де аудіо об'єкти (гітари, електронні ефекти) «літали» залом, підкреслюючи те, що відбувається на екрані. В рецензії відзначалося, що аудіосистема Holoplot забезпечила кришталево чистий звук на кожному місці, з відчуттям «як у навушниках», і при цьому саунд залишався потужним рок-концертним [18]. U2 спеціально адаптували свій матеріал під новий формат: деякі пісні супроводжувалися візуальними історіями, а звукорежисери групи експериментували з розташуванням голосу Боно і інструментів у різних частинах сфери. Цей досвід показав потенціал нової арени: вона здатна пропонувати публіці щось якісно інше, ніж звичайний концерт - імітацію іншої реальності, де музика і візуальні ефекти нерозривні.

Sphere уособлює синтез останніх досягнень аудіо та медіа. У її кейсі бачимо продовження ідей, розглянутих у попередніх прикладах, на новому рівні: рівномірне покриття звуком (за рахунок розподіленої системи гучномовців), об'ємність аудіо (beamforming та WFS для 3D-звуку), змінність простору (динамічний контент та 4D-ефекти змінюють атмосферу залу залежно від шоу) і надзвичайна роль технологічної команди. Звукорежисера тут межує з IT - керування тисячами каналів, синхронізація зображення та сенсорика, програмування алгоритмів поширення звуку. Це кидає виклик традиційним навичкам, вимагаючи від фахівців поєднання мистецтва мішування з розумінням програмування і системної інтеграції.

Висновки до Розділу II

Розглянуті кейси демонструють різні аспекти роботи зі звуком у концертних комплексах і підтверджують, що інноваційні технічні рішення нерозривно пов'язані з професійною роботою звукорежисерів.

1. Royal Albert Hall показує, як історичний зал може бути модернізований без втрати автентичності: впровадження розподіленої системи з сотень динаміків d&b audiotechnik дало рівномірний звук і нові можливості (штучна реверберація), причому роль звукорежисерів полягає в тонкому використанні цих інструментів для кожного заходу. Це приклад успішної співпраці акустиків, інженерів і операторів звуку задля покращення досвіду для публіки [7; 13].

2. Musis Arnhem (Parkzaal) ілюструє сучасний тренд багатофункціональних залів: архітектурна гнучкість (відчинена стіна, змінна акустика) доповнена високотехнологічною системою L-Acoustics. Тут звукорежисер постає як «конфігуратор» простору - він має адаптувати звук під різні акустичні режими залу. Вибір інноваційної системи (новітня L Series) забезпечив високий запас якості та універсальність для будь-яких жанрів [4].

3. Shaanxi Grand Theater - приклад нового комплексу, що одразу оснащений за останнім словом техніки: лінійний масив Kara зі сценою суббасів та заповненням всіх зон залу. Кейс підкреслює значення правильної інсталяції та налаштування: результат - універсальний звук для всіх жанрів, який високо оцінили і публіка, і фахівці [14]. Тут роль звукорежисера - підтримувати цей стандарт щоденно, готувати різні мікси (для опери, драми, концерту) в межах однієї системи.

4. Національний палац «Україна» демонструє важливість оновлення технічної бази в національному контексті: впровадження лінійного масиву V-DOSC дало можливість українській концертній залі відповідати міжнародним вимогам. Цей кейс також показує, що успіх залежить від злагодженої роботи команди - від проєктувальників до місцевих звукорежисерів, які освоїли нове обладнання і тим самим підняли планку якості концертів у країні [5].

5. Sphere у Лас-Вегасі - крайній випадок синергізації технологій. Цей комплекс поєднав у собі всі новітні тренди: 360° екрани, масиви beamforming-акустики, іммерсивний контент і 4D-ефекти. Він вказує шлях у майбутнє, де концертні комплекси забезпечуватимуть не просто звук і світло, а повне занурення в аудіовізуальну реальність. Для звукорежисерів це відкриває нові горизонти, але й ставить нові вимоги - бути одночасно інженером, саунд-дизайнером і IT-спеціалістом, аби реалізувати такий потенціал.

У всіх випадках спільним є те, що інноваційні і технічні рішення приймаються з урахуванням конкретних потреб простору та репертуару, а звукорежисер відіграє ключову роль у реалізації потенціалу цих рішень. Інновації на кшталт іммерсивних систем (d&b Soundscape, L-ISA), електронної змінної акустики (як у RAH чи Musis) відкривають нові можливості, але потребують від звукорежисера нових навичок - працювати як саунд-дизайнер простору. Таким чином, сучасні концертні комплекси - це складні високотехнологічні інструменти, «налаштування» яких лежить у руках компетентних аудіо спеціалістів.

Розділ III. Практичні аспекти роботи звукорежисера у концертних комплексах

Останній розділ присвячено практичній стороні питання: як саме звукорежисер працює з концертними комплексами в реальних умовах. Тут ми розглянемо методику підготовки та проведення звукового забезпечення концертів, особливості мобільних (турових) систем, специфіку озвучення open-air подій, роботу з гібридними форматами та крос-медійними проєктами, а також питання комунікації звукорежисера з іншими учасниками процесу (технічним персоналом, артистами тощо). Ця частина поєднує технічні знання з менеджментом і творчими навичками, необхідними звукорежисеру.

3.1. Підготовка звукової системи: проєктування, мобільність, налаштування

Більшість сучасних концертів - особливо гастрольних турів - покладаються на мобільні звукові системи. Це комплекти обладнання (акустичні системи, підсилювачі, мікшерні пульти,

кабелі, мікрофони тощо), які перевозяться з міста до міста. Звукорежисер часто бере участь у плануванні такої системи задво до концерту. На етапі підготовки райдеру він визначає, яке обладнання потрібне, з урахуванням масштабу майданчика та очікуваної аудиторії. Наприклад, для клубу на 500 осіб це можуть бути дві точки по 2 топи + 2 саби (Point Source система), а для арени на 10 тисяч - повноцінний лінійний масив з декількома кластерами і рознесеними сабвуферами.

Великий внесок у якість звуку робить проектування розміщення акустичних систем. Сьогодні звукорежисери та системні інженери широко використовують програмні симулятори (MAPP, Soundvision, ArayCalc тощо) для моделювання покриття звуком залу. На комп'ютерній моделі концертного комплексу вони розташовують віртуальні колонки, підбирають кути нахилу, перевіряють де будуть зони недостатнього або надлишкового звуку. Це дозволяє ще до приїзду на майданчик побачити, скільки буде потрібно акустичних модулів, чи потрібні додаткові delay-лінії (дублюючі колонки в глибині залу або на віддалених трибунах) тощо. Як показує досвід, ретельне планування може компенсувати складну форму приміщення: наприклад, правильно розраховані затримки для дільєк-ліній забезпечують одночасність звуку з основної сцени і дальніх колонок, уникаючи ефекту луноу.

Мобільність сучасних систем проявляється у їхній конструкції: більшість трурових лінійних масивів мають модульну структуру і стандартизовані механізми підвісу, що дозволяє монтувати/демонтувати їх за лічені години. Наприклад, 12-елементний кластер може бути зібраний на землі на спеціальній рамі і піднятий лебідками або моторами на потрібну висоту. Звукорежисер разом з системним техніком визначають, на якій висоті підвісити кластер і під яким кутом нахилити його вперед, щоб перший модуль "стріляв" в останні ряди партеру, а останній - ледве не торкався підлоги перед сценою (класична форма «J» Ground-stacking (наземне штабелювання) використовується там, де немає можливості підвісу - модулі встановлюються на міцні сабвуфери або стійки. Це менш оптимально для дальнього покриття, але іноді необхідне).

Після фізичного встановлення системи настає етап налаштування (tuning). Звукорежисер (або спеціально виділений системний інженер) проводить вимірювання акустичних характеристик майданчика - для цього використовують вимірювальні мікрофони та програми на кшталт Smaart, SAtive. Перевіряються затримки між підсистемами (між лівою і правою лінією, між основним кластером і далекими ділянками, між топями і сабвуферами). Виставляються delay - наприклад, сабвуфери часто зміщують по фазі, щоб їхній звук сумувався з топями. Потім налаштовують екваляцію системи - вирівнюють АЧХ, враховуючи акустику залу. У закритих приміщеннях часто є проблеми на деяких частотах (моди залу) - їх трохи вирізають еквайзером; на відкритому повітрі треба іноді компенсувати спад високих частот на далекій відстані (через поглинання повітрям) підйомом "HF shelf" на масивах.

Великі виробники (L-Acoustics, d&M, Meyer Sound) мають власні стандарти і інструменти для такого налаштування - контролери гучномовців дозволяють вибирати типові пресети ("потужний рок", "мова", "класика" - з різним тональним балансом). Звукорежисер разом з системним інженером обирають відповідний, а далі можуть вручну коригувати. Правильно підготована система є запорукою успіху: вона дає рівне полотно звуку, на якому вже ФОН-інженер "малює" мікс. Якщо ж система налаштована неправильно (наприклад, сильний пісклявий резонанс на 4 кГц в залі), то звукорежисеру доведеться боротися з цим еквайзером на міксі, що гірше і менш точно.

В контексті практики, звукорежисер завжди враховує тип концертного комплексу:

1. У класичних закритих залах (театри, філармонії) - акустика може грати як допоміжну роль (підсилювати звук інструментів). Тут краще менше підсилення для акустичних жанрів, розумне розташування мікрофонів щоб зловити природний реверб, а для гучних шоу - навпаки, придушувати зайву реверберацію килимами, завісами, працювати більш "сухо".
2. У спортивних аренах - звукорежисер зіштовхується з великими ревербераціями і відбиттями від бетонних конструкцій. Використовуються більш директивні системи (ті ж лінійні масиви, кардіоїдні сабвуфери), щоб направити максимум звуку на слухачів і мінімум - на стіни. Часто арени вимагають додаткових delay-спікерів для верхніх трибун. Налаштування екваляції - з фокусом на розбірлівість, навіть ціною зменшення басу чи реверу.
3. У малих клубах - звукорежисер має справу з близьким розташуванням глядачів, можливим сильним сценічним звуком (від ударних, гітарних підсилювачів). Тут мобільність системи проявляється у гнучкості: іноді досить просто добре розставити дві колонки на стійках та саби, відмоніторити зворотній зв'язок. Часто в клубах звукорежисер і системник - це одна особа, тож він має швидко все встановити, підключити, переконатися, що ніде немає дзвону чи гулу.

3.2. Озвучення open-air: фестивалі, стадіони, вуличні концерти

Open-air заходи мають свою специфіку. З одного боку, відсутність стін і стелі означає відсутність небажаних відбиттів і реверберації - звук більш «чистий». З іншого боку, немає природного підсилення, і все звучання створюється виключно акустичними системами; відкритий простір також потребує величезної потужності, адже звук вільно розлітається і розсіюється в повітрі. Для великих майданчиків на відкритому повітрі (кілька десятків тисяч глядачів) стандартом стали масштабовані лінійні масиви та розподілені системи. Звукорежисер на open-air перш за все враховує дальність покриття. На фестивальных полях звичайно встановлюють не лише основні L/R кластери біля сцени, а й великі delay-спікерами на відстані 50-100 м від сцени, які дублюють звук для дальніх зон. Ці дільєк-системи треба синхронізувати за часом (затримка сигналу на кілька десятків мілісекунд, щоб фронт хвилі від основної системи і від дільєк досяг слухача одночасно). Іноді роблять кілька рядів delay-веж для дуже глибоких аудиторій.

Ще одна особливість погодних умов. Вітер та температура сильно впливають на звук: потоки повітря можуть відносити високі частоти, нерівномірно розподіляти рівень. Наприклад, поривчастий вітер здатен викликати коливання гучності: коли дме на глядача - звук різкіший, проти вітру - тихіший. Температурна інверсія чи шарування (різна температура повітря низу і вгорі) можуть спричинити вигин траєкторії звуку. На жаль, фізику погоди звукорежисер змінити не може, але може врахувати: на великих системах навіть налаштовують віддалений моніторинг рівня - встановлюють мікрофони на різних відстанях і стежать, щоб вітер не робив провалів (частково це компенсують автоматичною регуляцією або просто дають запас гучності "про всяк випадок").

Шумові обмеження - серйозний фактор для open-air, особливо в містах. Місцева влада часто встановлює ліміти звукового тиску на кордоні території (наприклад, не більше 85 дБА біля житлових будинків). Через це іноді на концертах виникає ситуація, що звук начебто "тихий" для публіки - якщо організатор занадто обмежив гучність аби не перевищити норму. Було кілька резонансних випадків: наприклад, фестиваль All Points East у Лондоні 2019 - публіка скаржилася на занизький рівень звуку і навіть скандувала "додайте гучності" [15]. Часто винні саме регуляторні норми шуму змушують звукорежисерів тримати мікс "у вузді". З іншого боку, необмежений рівень теж шкідливий і для мешканців навколо. Тому професіонали шукають баланс: використовують спрямовані системи (лінійний масив, кардіоїдні саби) щоб мінімізувати витік звуку за межі майданчика, розміщують колонки ближче до публіки (додаткові точки) замість «розганяти» звук з однієї точки [15]. Як зазначає аудіо-консультант Роланд Хеммінг, технології дають нові інструменти для боротьби з шумовим забрудненням: цифрова моделювання і контроль допомагають спрямувати звук туди, де треба, і зменшити за межами [15]. У підсумку планування звуку на open-air - це не лише про якість, але і про дотримання правил: часто на великих фестивалях окремих інженер займається моніторингом шумових меж (стваряє вимірювачі SPL на периметрі, логують дані) [15]. Звукорежисеру ж доводиться зважати: інколи зменшити низькі частоти або загальну гучність, щоб не зрвати захід через скарги.

В практиці open-air є також питання безпеки і надійності. Все обладнання повинно бути стійким до погодних умов: колонки часто мають вологозахист, роз'єми ізолюються, пульти накривають навісами. Звукорежисер завжди має план "Б" на випадок дощу чи вітру - наприклад, готовність тимчасово зупинити концерт при негоді задля збереження техніки і людей. Велика увага - живленню електрики (генератори з резервом, окремі лінії для аудіо щоб уникнути просадок від світла).

Отже звукорежисера open-air - це поєднання технічної майстерності (вміння вибудувати розгалужену систему, боротися з затримками, фазами, вітром) і адаптивності (працювати в нестабільних умовах, під тиском часових лімітів фестивалю, спільно з іншими командами). Часто на фестивалях одна система обслуговує кілька гуртів поспіль, різні звукорежисери сідають за пульт зі своїми налаштуваннями - тому підготовка (саундчек, віртуальний саундчек з багатоканальних записів) має критичне значення. Хороший практичний прийом "вирішування" залу: на відкритому майданчику ФОН-інженеру варто періодично виходити із мікшерної позиції і слухати звук з різних точок аудиторії [3]. Це допомагає виявити проблеми, які могли б бути непомітні на його місці (наприклад, надлишок басу збоку чи провал вокалу далеко).

3.3. Гібридні та крос-медійні формати: інтеграція живого звуку з іншими медіа

Сьогодні багато подій виходять за рамки чисто "живого" концерту. Наприклад, музичні фестивалі транслиуються онлайн, концерти часто доповнюються візуальними шоу (екрани, проєкції, лазери, театральні вистави) можуть мати складну систему звукових ефектів та плейбеків. Це вимагає від звукорежисера вміння працювати у гібридному середовищі, де звук є лише частиною загальної картини.

Одним із прикладів гібридності є одночасна робота на аудиторію в залі і на віддалену аудиторію (стрімінг або телевізійна трансляція). Зазвичай це потребує окремого міксу для трансляції, адже те, що добре звучить наживо, не завжди прямо підходить для запису (інший баланс, відсутність враження простору глядачів тощо). В деяких випадках виділяється окремих Broadcast звукорежисер, який отримує всі канали з мікрофонів і міксує паралельно для ефіру. Але на менших заходах ФОН-звукорежисеру може бути доручено і це - тоді він робить основний мікс на залі і додатково зі свого пульта видає шину на стрім, де трохи підправляє (може додати кімнатних мікрофонів для атмосфери, знизити рівень басу, зробити стерео ширше і ревербу більше для ефіру). Це фактично подвійне навантаження, що вимагає великої концентрації.

Крос-медійна інтеграція також означає, що звук має бути скоординований з іншими елементами шоу. Наприклад, у концертних турах поп-зірок часто використовуються таймкоди (SMPTE) для синхронізації: світло, відео і навіть деякі звукові ефекти запускаються автоматично за розкладом. Звукорежисер повинен вміти працювати з цим - його система відтворення може отримувати таймкод і запускати наперед підготовані семпли (наприклад, інтродукцію перед виходом артиста, кліки для музикантів). Тут важлива точність і стабільність: будь-який збій синхронізації помітний глядачу (якщо феєрверк бахнув не в такт музиці). Тому у великих продакшенах аудіо-технічна команда тісно співпрацює з командою відео/світла, разом тестують синхронізацію на прогоні.

Інший аспект інтерактивних та мультимедійних шоу, де звукорежисер стає саунд-дизайнером. Наприклад, сучасні інсталяції чи перформанси можуть використовувати 3D-звук як частину експозиції (тут застосовуються системи типу Soundscape з віртуальними акустичними середовищами). Звукорежисер готує не просто мікс, а звуковий ландшафт, іноді у співпраці з композиторами та режисерами. У таких проєктах важливо розуміти, як звук взаємодіє з простором і з іншими медіа: якщо це, скажімо, музейна інсталяція, де відео проєктується 360°, то звук може слідувати за зображенням - для цього треба правильно розмістити колонки і налаштувати маршрутизацію звукових об'єктів по ним.

Гібридність формату проявилась і під час пандемії COVID-19, коли багато концертів перейшли в онлайн. З'явилося поняття "live + streaming": артисти грають на сцені для обмеженої аудиторії і одночасно ведуть професійний стрім. Звукорежисеру доводилося фактично робити дві роботи водночас або дублювати команду. Ті, хто впорався, освоїли нові навички - наприклад, міксувати з урахуванням, що аудиторія слухає в навушниках чи комп'ютерних колонках (більше середніх частот, менше ревербу), і паралельно підтримувати "живий драйв" для присутніх.

Під гібридністю можна розуміти й поєднання живого виконання з записами. Сьогодні на концертах майже норма - наявність бекінг-треків, семплів, електронних партій, які не виконуються наживо. Звукорежисер відповідає за відтворення цих елементів: часто використовують програми типу Ableton Live, що запускають плейбеки по кліку, або вбудовані плеєри в цифрових консольях. Він стежить за рівнями, щоб живі інструменти і плейбек злилися органічно. Особливо уважно слід віднести до клік-треків і моніторингу: музиканти, які грають під

запис, мають чути метрономом і плейбек чітко в темпі - тому робота моніторного інженера критична. Будь-який збій (затримка плейбеку, зупинка) може зрівати номер, тож часто ставлять дублюючі системи відтворення (два ноутбуки А/В).

3.4. Робота в команді: звукорежисер, технічний персонал, виконавці

Жоден, навіть найдосвідченіший звукорежисер, не працює ізольовано - успіх концертного звуку залежить від командної взаємодії. Комунікація між звукорежисером, його звуковою командою, іншими технічними службами та артистами є визначальною частиною професії.

Передусім, у великих проєктах є розподіл ролей всередині аудіо-команди (FOH-інженер, моніторний інженер, системний інженер, іноді окремо мікрофонний техник). Всі вони мають координувати дії. Наприклад, системний інженер налаштував PA - передав FOH-інженеру дані про оптимальний рівень, будь-які обмеження (чи варто уникати надмірного басу якщо є резонанси). Моніторний інженер домовляється з FOH щодо розподілу частотних діапазонів (щоб, скажімо, FOH не "випилював" важливу частоту для моніторів). На мультifestивалі кілька звукових команд різних артистів змушені працювати на одній системі - тут особливо важливо поважати налаштування одна одної і дотримуватися домовленостей (час саундчеку, хто які канали використовує, не чіпати «не свої» налаштування і т. д.).

Звукорежисер взаємодіє з іншими технічними службами: світло, сцена, режисери, продюсери. Наприклад, під час шоу може бути сигнал на звукорежисера від сценічного менеджера щодо затримки початку через технічну паузу - треба оперативно зреагувати (поставити фон музику, оголосити затримку тощо). При підготовці шоу звукорежисер часто бере участь у плануванні саундчеків та репетицій: узгоджує з продюсером, скільки часу потрібно, щоб розставити мікрофони, перевірити інструменти, провести лінійний прогін.

Особливу увагу слід приділити комунікації звукорежисера з виконавцями (музикантами, артистами). Тут важлива і технічна, і психологічна сторона. На етапі саундчеку звукорежисер обговорює з музикантами їхні потреби: які інструменти в монітор хочуть, наскільки гучно. Хороший моніторний інженер буде на ім'я знати кожного музиканта і його побажання. Навіть проста річ - звертатися по імені - буде довірою [1]. Артисти повинні відчувати, що звукорежисер на їхньому боці, що "всі мають одну мету - зробити шоу чудовим" [1]. Якщо вокаліст просить "менше реверу на голос" або гітаристу бракує його соло в моніторі - реакція має бути спокійна, доброзичлива і професійна. Як пише Neal Miskin, не можна піддаватися паніці чи проявляти роздратування - навіть у стресових ситуаціях варто тримати голову холодною [1]. Стрес звукорежисера передається іншим і лише погіршує роботу.

Часто спілкування під час виступу відбувається жестами або за допомогою спеціальних систем. Наприклад, музиканти можуть показувати рукою "вгору/вниз" для гучності певного інструменту (вокаліст торкається вуха і показує великим пальцем - означає, підкрити мій вокал в моніторі). Звукорежисер має знати ці сигнали і швидко реагувати. У професійних турах прийнято використовувати talkback мікрофони: на FOH-пульті і на моніторному є мікрофони, по яких інженери можуть говорити в вухо музикантам (якщо ті в IEM) або в окремі кулісні колонки - даючи вказівки чи реагуючи на запити [6]. Музиканти також можуть мати маленький мікрофон, щоб говорити до звукорежисера між піснями (наприклад, "гучніше клавішні" [6]). Такі канали не йдуть у загальний звук, але суттєво допомагають швидко обмінятися інформацією навіть під час шоу.

Відносини звукорежисера з артистом будуються на довірі і взаємній повазі. Найкраще, коли кожен розуміє роль іншого: виконавець знає, що звукорежисер прагне якнайкраще донести його музику і тому робить зауваження не з критики, а щоб покращити шоу; а звукорежисер усвідомлює, що вимогливість артиста до звуку - це не примха, а частина їхнього самовираження. Як радять досвідчені техніки, не можна ставити его вище справи: слід прислухатися до побажань, навіть якщо не згодні, і знайти компроміс [1]. Якщо виникають проблеми (скажімо, артист незадоволений балансом), краще спокійно обговорити після саундчеку і спробувати виправити, ніж вступати в конфлікт.

Окремо варто згадати про роботу з оркестрами та класичними виконавцями, коли ті залучені у звучання з підсиленням (наприклад, симфонічне шоу з рок-гурпом). Тут звукорежисер має бути ще й дипломатично підкованим: класичні музиканти не звикли до підсилення, можуть скептично ставитися до мікрофонів. Пояснення, навіщо потрібен той чи інший мікрофон, і показати, що це не "зіпсує" їх звучання, а навпаки - донесе до зали, є частиною завдання. Комунікація з звукорежисером оркестру/диригентом також ключова: погодити, які інструменти підсилювати, чи потрібні симуляції реверберації тощо.

В сучасній концертній індустрії також велика увага до безпеки слуху. Команда звуку повинна спільно контролювати рівні, щоб не нашкодити ні публіці, ні музикантам. Моніторний інженер стежить, щоб монітори не кричали надміру (багато хто переходить на in-ear монітори саме щоб забезпечити слух). FOH-звукорежисер, крім юридичних норм, також морально відповідальний за громкість - довготривале перевищення 100-105 дБ може спричинити дискомфорт. Тому нині часто впроваджують LAeq заміри (середній рівень за 15 хв) і м'яко обмежують звук. У цьому питанні потрібна комунікація з організаторами: узгодити, який пік дозволено, і інформувати артистів, якщо не можна голосніше через закон.

Підсумовуючи, практична робота звукорежисера - це мікс інженерії та людського фактору. Він має володіти технічними знаннями для налаштування складних систем, адаптивністю до різних просторів (від маленького клубу до стадіону), а також м'якими навичками: комунікабельністю, стресостійкістю, вмінням працювати в команді, швидко вирішувати конфлікти. Як зазначають багато фахівців, успішний звукорежисер - це командний гравець, який спільно з іншими творить єдиний цілісний захід, де звук гармонійно поєднаний з усіма елементами шоу.

Висновки до Розділу III

Практичні аспекти роботи звукорежисера у концертних комплексах охоплюють широке поле компетенцій:

1. Технічне планування і налаштування: звукорежисер має розуміти принципи розміщення акустичних систем, володіти інструментами моделювання і вимірювання звуку, щоб підготувати систему під конкретний простір. Правильна інсталяція (кут підвісу, затримки, еквалізація) забезпечує рівномірне та якісне звучання, що є базою для успішного міксування.
2. Робота на відкритому повітрі: open-air концерти ставлять особливі вимоги - покриття великих площ, боротьба з вітром і шумовими обмеженнями, забезпечення гучності без відбивань. Звукорежисер використовує розподілені системи (delay-вежі) та сучасні спрямовані масиви, а також планує звук з урахуванням нормативів, часто в співпраці з акустиками для моніторингу шуму [15]. Успішне проведення фестивалю чи стадіонного концерту вимагає і технічних, і організаційних зусиль (логістика, погодні плани).
3. Гібридні формати: сучасний звукорежисер дедалі частіше одночасно працює і на живу публіку, і на медіаканали (трансляції, запис). Це потребує паралельного створення декількох звукових балансів та інтеграції з іншими системами (відео, світлом). Іншими словами, він стає частиною мультимедійної команди, розуміючи мову суміжних спеціалістів. Також зростає значення роботи з плейбеками, електронними елементами - необхідні навички користування секвенсорами, синхронізації за часом і т.д.
4. Командна взаємодія і комунікація: звукорежисер є зв'язуючою ланкою між артистами і технічними забезпеченням. Від його вміння налагодити контакт з музикантами залежить, наскільки комфортно ті почуватимуться на сцені і чи зможуть розкритися повністю. Добра комунікація під час саундчеку - запорука вдалої вистави: важливо уважно вислухати побажання виконавців, відкоригувати монітори, пояснити особливості простору. Повага і спокій - ключові принципи (не дарма практики радять не панікувати і "не бути всезнаючою" [1][1]). З іншого боку, звукорежисер координує дії з колегами-інженерами (моніторним, системним), а також реагує на сигнали від сценічних менеджерів, світлорежисерів (наприклад, вчасно дати потрібний трек чи вимкнути музику для оголошення). Командна робота забезпечує узгодженість всіх компонентів шоу.
5. Адаптивність і вирішення проблем: реальність концертів - це постійно змінні умови і можливі нештатні ситуації (технічні несправності, затримки, зміни плану). Професійний звукорежисер готовий до цього: має запасні плани (резервні мікрофони, дубльований плейбек), швидко шукає рішення (наприклад, якщо один кластер вийшов з ладу - компенсує іншим, перенастроїть мікс). Важливо зберігати холодний розум, бо паніка може привести до помилок, як і для інженера, так і для артистів.

Таким чином, практична діяльність звукорежисера - це синтез технічного знання, досвіду та soft skills. Від підготовки технічного райдеру до останнього бісу концерту звукорежисер супроводжує увесь процес звучання, виступаючи одночасно інженером, менеджером і творцем звукової картини. Його компетентність визначає, чи буде геніальна гра музикантів почута і оцінена глядачами, тобто є критичним фактором успіху будь-якого концертного комплексу.

Висновки

Дослідження теми "Особливості роботи з концертними комплексами у контексті звукорежисури" дозволило комплексно розглянути питання розвитку архітектурно-акустичних просторів для музики, еволюції професії звукорежисера та сучасних практичних підходів до забезпечення звуку на концертах. На основі проведеного аналізу можна сформулювати такі узагальнені висновки:

1. Історична динаміка взаємодії архітектури і технологій звуку - розвиток концертних комплексів невіддільний від поступу звукових технологій. У акустичну еру (до появи підсилювачів) архітектори були змушені забезпечувати оптимальну чутність через форму і матеріали залів - ці зали досі цінуються за свою природну акустику. Впровадження електронного звукопідсилення у ХХ ст. радикально розширило масштаби концертів (виникли фестивалі, стадіонні тури), проте поставило нові завдання: необхідність придушувати небажані акустичні ефекти приміщень (ехо, реверберація), адаптувати системи до різних майданчиків. Як наслідок, концертна індустрія привела до синтезу архітектурної акустики та електроакустики - сучасні зали будуються вже з урахуванням вбудованих звукових систем, а історичні - модернізуються (приклад: Royal Albert Hall, де встановлено розгалужену систему з 465 динаміків для покращення розбірливості [7; 13]). На межі ХХ-ХХІ ст. з появою цифрових та мережевих технологій простежується тенденція до іммерсивності: концертні комплекси оснащуються багатоканальними системами, що дозволяють створювати 3D-звукові поля, і навіть електронними засобами регулювання акустики залу "на льоту". Все це - наслідок зростаючого запиту публіки на високу якість і "ефект присутності" у звучанні, а також бажання митців розширити палітру засобів виразності звуку.
 2. Еволюція ролі і компетенцій звукорежисера - історично функції, близькі до звукорежисерських, виконували різні спеціалісти: архітектори-акустики при проєктуванні залів, інженери ранніх радіостудій, техніки, що обслуговували перші кінотеатри та гучномовці. Окрема професія концертного звукорежисера оформилася у роки становлення живого підсиленого звуку (60-70-ті роки ХХ ст.), коли складні концертні системи вимагали постійного управління під час шоу. Відтоді роль звукорежисера безперервно розширюється. Сьогодні це не просто "людина за пультом", а багатопрофільний фахівець, який:
 1. бере участь у плануванні оснащення майданчика або туру (визначає необхідні системи, їх конфігурацію, оптимізує під приміщення).
 2. забезпечує технічну реалізацію звуку: від налаштування обладнання (мікрофони, маршрутизація сигналів, налаштування процесорів) до міксування під час виступу.
 3. виконує роль саунд-дизайнера - особливо в іммерсивних чи театралізованих проєктах, де створює звукові ефекти, просторові образи, працює зі спеціальними аудіооб'єктами.
 4. є комунікатором між технічним світом і творчим: розуміє мову інженерних параметрів і водночас музичні терміни та художні вимоги артистів. Вміння перекладати потреби виконавця (наприклад, "хочу атмосферніше звучання") у технічні дії (налаштування ревербератора) - ознака професіоналізму.
 5. Підтримує менеджмент та команду роботи: координує звукову бригаду, вирішує конфлікти в режимі реального часу, приймає відповідальні рішення щодо безпеки (наприклад, зниження рівня при ризику перевищення норм або зупинка шоу при технічній аварії).
- Еволюція компетенцій вимагає від звукорежисерів постійного навчання. Технології, що з'явилися у останні десятиліття - цифрові консолі, програмне моделювання акустики, аудіо по мережах, бездротові системи, об'єктно-орієнтований звук - стали невід'ємною частиною роботи. Сучасні звукорежисери використовують ці інструменти для досягнення головної

Звіт наявності ШІ-контенту

Результат пошуку відображає вірогідність того, чи був текст створений інструментом штучного інтелекту з використанням GPT-2, GPT-J, GPT-NEO, GPT-3, GPT-3, GPT-4 або Bard.

метадані

Назва організації

Communal Higher Educational Establishment of Kyiv Regional Council "Academy of Arts"

Заголовок

Дипломна робота Пастушенко М. Ю.

Автор

Науковий керівник / Експерт

Пастушенко М. Ю. Овсянніков В. Г.

підрозділ

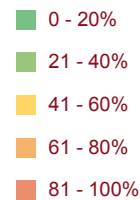
Communal Higher Educational Establishment of Kyiv Regional Council "Academy of Arts"

Ймовірність змісту контенту ШІ

4%

Що означає коефіцієнт ймовірності ШІ? Коефіцієнт ймовірності ШІ (КІШІ) означає ймовірність того, що текст був написаний інструментом ШІ, виражену у відсотках. Тобто, якщо КІШІ дорівнює 34%, це означає, що ймовірність того, що текст був написаний ШІ, дорівнює 34%.

Текст показує ймовірність використання ШІ для окремих фрагментів документа і групує їх в 5 діапазонів згідно легенди.



Подробиці

Нижче наведено список фрагментів, розташованих за ймовірністю ШІ, від фрагментів із найвищою ймовірністю до фрагментів із найнижчою ймовірністю ШІ.

| ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР | ФРАГМЕНТ | ЙМОВІРНІСТЬ ЗМІСТУ КОНТЕНТУ ШІ | КІЛЬКІСТЬ СЛІВ |
|---------------------|--|-----------------------------------|----------------|
| 1 | URL: https://www.installation-international.com/bu... | 82% | 34 |
| 2 | URL: https://www.prosoundtraining.com/2011/03/14/l... | 82% | 18 |
| 3 | URL: https://www.rochester.edu/newscenter/review-s... | 82% | 6 |
| 4 | URL: https://www.mixonline.com/live-sound/venues/t... | 81% | 21 |
| 5 | 18. The Sound of U2's Vegas Show: A Spherical Mira... | 80% | 10 |
| 6 | URL: https://www.whathifi.com/features/londons-roy... | 72% | 67 |
| 7 | 13. Royal Albert Hall Auditorium Upgrade. URL: htt... | 72% | 32 |
| 8 | URL: https://soundforums.net/news/l-acoustics-v-do... | 70% | 11 |
| 9 | 3. Jon Burton - Prodigy Outdoor Sounds - Engineeri... | 68% | 28 |
| 10 | URL: https://www.installation-international.com/ca... | 56% | 15 |
| 11 | 2. Analysis of the Acoustic Parameters of the Mari... | 46% | 27 |
| 12 | URL: https://www.makingascene.org/a-soundmans-guid... | 24% | 6 |
| 13 | КОМУНАЛЬНИЙ ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ... | 1% | 9910 |

КОМУНАЛЬНИЙ ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ
КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ РАДИ
«АКАДЕМІЯ МИСТЕЦТВ ІМЕНІ ПАВЛА ЧУБИНСЬКОГО»
Кафедра музичного мистецтва естради

КВАЛІФІКАЦІЙНА (ДИПЛОМНА) РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня бакалавр
На тему:
«Особливості роботи з концертними комплексами
у контексті звукорежисури»

Галузь знань 02 «КУЛЬТУРА І МИСТЕЦТВО»
Спеціальність 025 "МУЗИЧНЕ МИСТЕЦТВО"
Освітньо-професійна програма: «ЗВУКОРЕЖИСУРА»
Професійна кваліфікація: 2455.2 Звукорежисер; 2453.2 Музичний оформлювач

Виконав: Керівник:
Студент випускної групи 4-БЕМ(з) Кандидат мистецтвознавства, доцент Пастушенко Максим Юрійович кафедри
музичного мистецтва естради
Овсянніков Вячеслав Георгійович

Допустити до захисту
Протокол засідання кафедри від «___» _____ 2025 р. №_____
Завідувач кафедри музичного мистецтва естради

(_____) Карпенко-Боднарук Ж. Л.
(підпис)

Київ 2025

| | |
|--|----|
| Зміст | |
| Вступ..... | 3 |
| РОЗДІЛ I. Концертний комплекс: Історичний аспект розвитку концертних комплексів та звукорежисури..... | 5 |
| - Архітектурно-акустична еволюція концертних залів..... | 5 |
| - Впровадження електронного звукопідсилення та поява професії звукорежисера..... | 6 |
| - Новітні технології і сучасні вимоги публіки..... | 8 |
| РОЗДІЛ II. Приклади реалізації акустико-технічних рішень у концертних комплексах..... | 12 |
| 1. Royal Albert Hall (Лондон, Велика Британія) - модернізація історичного залу..... | 12 |
| 2. Musis Arnhem (Паркзаал, Арнем, Нідерланди) - мультифункціональна зала зі змінною акустикою..... | 14 |
| 3. Shaanxi Grand Theater (Сіань, Китай) - сучасний комплекс із світовими стандартами..... | 17 |
| 4. Національний палац «Україна» (Київ, Україна) - впровадження лінійного масиву в головній концертній залі країни..... | 18 |
| 5. Sphere (Лас-Вегас, США) - ультрасучасна арена з іммерсивними технологіями..... | 20 |
| РОЗДІЛ III. Практичні аспекти роботи звукорежисера у концертних комплексах..... | 25 |
| - Підготовка звукової системи: проектування, мобільність, налаштування..... | 25 |
| - Озвучення open-air: фестивалі, стадіони, вуличні концерти..... | 28 |
| - Гібридні та крос-медійні формати: інтеграція живого звуку з іншими медіа..... | 30 |
| - Робота в команді: звукорежисер, технічний персонал, виконавці..... | 32 |
| Висновки..... | 36 |
| Список використаних джерел..... | 43 |

Вступ.
Концертні комплекси - від класичних філармонійних залів до сучасних багатоцільових арен та open-air майданчиків - є складними архітектурно-акустичними просторами, в яких відбувається взаємодія між фізичними властивостями приміщення, технічними засобами звукопідсилення та творчою роботою звукорежисера. Звукорежисура як професія еволюціонувала поруч із розвитком самих концертних просторів та технологій: від акустичних хитрощів стародавніх театрів до високотехнологічних цифрових систем об'ємного звуку. Дослідження особливостей роботи зі звуком у концертних комплексах актуальним, оскільки поєднує історичний аналіз розвитку залів і звукових технологій, вивчення успішних сучасних

кейсів інсталяцій, а також практичні аспекти діяльності звукорежисера.

Метою цього дослідження є комплексний аналіз еволюції концертних комплексів і звукорежисерських підходів, розгляд конкретних реалізацій звукових систем у різних залах та майданчиках, а також визначення методики роботи звукорежисера в сучасному середовищі.

Актуальність дослідження зумовлена потребою у системному аналізі технічних рішень, структурі роботи звукорежисера та взаємодії з сучасними концертними системами. Дослідження цієї проблематики має не лише практичне, але й педагогічне значення для фахової підготовки майбутніх звукорежисерів. Тому дана тема є своєчасною та затребуваною як у науковому середовищі, так і в реальному музичному виробництві.

Об'єктом дослідження є сучасна система концертного звукопідсилення, як комплекс технічних, просторових та організаційних складових у сфері живого звуку. Це багаторівневе явище, що охоплює архітектурну акустику, електронне обладнання та методики управління аудіо середовищем.

Предметом дослідження виступають засоби, прийоми та специфіка роботи звукорежисера у процесі проєктування, налаштування й експлуатації звукових систем на концертних майданчиках.

Теоретичне та практичне значення роботи. Теоретичне значення виявлене у аналізі структури професійної діяльності звукорежисера в умовах великих концертних просторів й охоплює як матеріально-технічні, так і художньо-когнітивні аспекти діяльності звукорежисера в сучасному концертному середовищі. Практичне значення роботи полягає у виявленні практичних рішень, здатних підвищити якість аудіального досвіду на концертних майданчиках.

Для досягнення мети поставлено такі завдання:

1. простежити історичний розвиток архітектури концертних залів та систем звукопідсилення, а також зміну вимог публіки й ролі звукорежисера (Розділ 1);

2. проаналізувати приклади успішних національних та міжнародних реалізацій звукових систем у концертних просторах, акцентуючи увагу на акустичних рішеннях, інноваційних технологіях (наприклад, системах d&b SoundscapetaL-Acoustics L-ISA) і ролі звукорежисера в цих проєктах (Розділ 2);

3. дослідити практичні аспекти роботи звукорежисера: використання мобільних систем у турах, специфіку озвучення open-air заходів, роботу з гібридними форматами та крос-медійними проєктами, налаштування звуку під різні простори та командну взаємодію зі службами і артистами (Розділ 3).

Дослідження спирається на академічні джерела з акустики та звукотехніки (зокрема праці Ергла, Рамзі, публікації AES), профільні технічні документи провідних виробників аудіосистем (L-Acoustics, Meyer Sound, d&b audiotechnik) та аналіз реальних кейсів, у тому числі українських.

Структура роботи. Робота структурована у трьох розділах, кожен з яких завершується стислими висновками, узгодженими із загальними підсумками.

Розділ I. Історичний аспект розвитку концертних комплексів та звукорежисури

1.1. Архітектурно-акустична еволюція концертних залів

Розвиток концертних комплексів як архітектурно-акустичних просторів має глибокі історичні корені. Ще в античності будівничі створювали театри й амфітеатри, що використовували принципи природної акустики для підсилення звуку. Знаковим прикладом є римські амфітеатри, зокрема побудовані за принципами Вітрувія: напівкругла форма та ярусне розташування глядачів фокусували увагу на сцені та зменшували затухання звуку на відстані [16]. Така архітектура забезпечувала чудову видимість і водночас сприяла тому, щоб голос актора чи музика долинали до найвіддаленіших рядів без електронного підсилення. Отже, акустика архітектури була першим "звукорежисером" стародавніх концертних просторів.

У наступні епохи принципи будівельної акустики вдосконалювалися. В епоху бароко та класицизму з'явилися закриті концертні зали та оперні театри, спроектовані спеціально для музичних виступів. Тодішні композитори навіть враховували особливості залів у своїх творах: наприклад, церковна хорова музика писалася повільною та величною, адже виконувалася у великих ревербераційних храмах, тоді як камерна музика була стрімкішою, бо призначалася для малих салонів із коротким відлунням [16]. Знаковим досягненням на рубежі XIX-XX ст. стала наукова акустика залів: роботи Уоллеса Сабіна, який дослідив залежність між об'ємом приміщення, площею звукопоглинальних поверхонь і часом реверберації, лягли в основу проєктування таких легендарних залів, як Бостонський симфонічний зал (1900). Класичні концертні зали цього періоду (Музикферайн у Відні, Концертгебау в Амстердамі тощо) відомі своїми «теплыми» акустичними властивостями - тривалим ревербераційним хвостом (~2 секунди), рівномірним звучанням у залі та природним балансом оркестрових інструментів. В цих умовах жива акустика залу фактично виконувала роботу сучасного звукопідсилення, а посадові особи, відповідальні за звук, обмежувалися акустиками, що консультували архітекторів.

1.2. Впровадження електронного звукопідсилення та поява професії звукорежисера

На початку XX століття відбувся справжній переворот - поява електроакустичних технологій, зокрема мікрофона та гучномовця. Винахід електродинамічного гучномовця (E. Kellogg та C. Rice, 1925) і розвитку електронних підсилювачів відкрив можливість штучно підсилити звук у реальному часі. Перші експерименти зі звуковим підсиленням стосувалися, головним чином, мовлення: відомо, що під час промови президента США Вудро Вільсона в 1919 році використовувалася система компанії Magnavox, щоб донести голос до багатотисячної аудиторії на відкритому повітрі. У музичній сфері електронне підсилення вперше застосовувалося в 1930-х роках для озвучення кінотеатрів і деяких великих заходів, але широке впровадження в концертну діяльність почалося після Другої світової війни.

З ростом потужності підсилювачів та вдосконаленням мікрофонів у 1950-60-х роках виник новий формат концертів - великі естрадні шоу на стадіонах і open-air фестивалі, які без електронного звуку були б неможливими. Світовим поворотним моментом став легендарний концерт The Beatles на стадіоні Shea (Нью-Йорк, 1965) - перший в історії виступ рок-гурту на величезному спортивному стадіоні для ~55 тисяч глядачів [16].

Ця подія продемонструвала як амбіції музичної індустрії, так і технічні проблеми: звукова система не впоралася з завданням - публіка ледве чула музику через обмежену потужність колонок і 100-ватних підсилювачів, а самі музиканти не чули себе через шалений крик фанатів [16].

Виступ на Shea Stadium висвітлив критичну потребу в професіоналах, здатних налаштувати звук на таких масштабних майданчиках, - тобто фактично започаткував професію звукорежисерів концертів. Якщо раніше в камерних умовах роль «звукової рівноваги» забезпечував диригент та акустика залу, то відтепер потрібен був фахівець, який би проєктував і керував електронною звуковою системою.

У відповідь на виклики великої сцени кінець 1960-х - 1970-ті ознаменувалися бурхливим розвитком концертного звукового обладнання.

З'являються перші спеціалізовані турові звукові системи. Піонерські компанії та інженери (наприклад, Bill Hanley - звукоінженер фестивалю Woodstock 1969) створювали нестандартні рішення: на Woodstock було встановлено кілька масивів колонок, що забезпечили на той час безпрецедентну потужність і охоплення аудиторії ~400 тисяч. Інший знаковий кейс - "Стіна звуку" Grateful Dead (1974): цей гурт разом зі своїми

інженерами (Owsley Stanley, Dan Healy) сконструював гігантську модульну систему з десятків підсилювачів і гучномовців, розташованих за сценою, щоб досягти максимально чистого та гучного звучання без традиційних моніторів (музиканти чули себе напряму від "стіни" акустичних систем). Хоча та система була технічно складною і недовговічною, вона продемонструвала прагнення до чистоти звуку та відсутності спотворень навіть на великих аренах, встановивши нові стандарти для концертного саунду.

Паралельно із технікою формувалася і професійна спільнота звукорежисерів. Спершу цим займалися ентузіасти-інженери чи самі музиканти, але поступово сформувалися окремі ролі: FOH (Front-of-House) інженер- відповідальний за звук для глядачів, тамоніторний інженер- що забезпечує звук на сцені для виконавців. Звукові команди почали супроводжувати гастролі артистів. Наприклад, культовий гурт Pink Floyd у 1970-х возив з собою власну звукову систему і команду, впроваджуючи навіть квадрофонічне звучання на концертах (тип The Wall, 1980, мав складну квадросузвукову систему для спецефектів, керовану звукорежисером).

Наприкінці 1970-х - початку 1980-х під впливом розвитку студійних технологій в концертний звук приходять цифрові пристрої обробки сигналу- ревербератори, еквалайзери, ефекти - що дозволяють урізноманітнити саунд наживо. Водночас зростає потужність та надійність підсилювачів (перехід від лампових до транзисторних дав змогу робити системи потужнішими, легшими і надійнішими) [16]. 1980-ті - це також поява безпроводних систем: радіомікрофони та індивідуальні монітори (IEM). Перші комерційні бездротові in-ear монітори (Garwood, 1987) кардинально змінили сцену - музиканти отримали можливість чути персональний мікс у навушниках і вільно рухатися, не прив'язуючись до зони покриття сценічних моніторних колонок [17]. Це зменшило сценічний шум і дало звукорежисерам нові інструменти балансу звуку.

1.3. Новітні технології і сучасні вимоги публіки

Розвиток звукотехніки кінця XX - початку XXI століття значно розширив можливості роботи у концертних комплексах. Одним з найважливіших нововведень стала поява лінійних масивів акустичних систем. До початку 1990-х великі концертні колонки зазвичай складали в кластери, але це давало нерівномірне покриття: біля сцени дуже голосно, а на віддалі звук різко згасає. Прорив стався у 1993 році, коли Крістіан Хейль (L-Acoustics) представив систему V-DOSC - перший справжній лінійний масив для туrowого звуку [17]. Принцип лінійного масиву полягає у вертикальному підвішуванні багатьох однакових модулів-колонок, що випромінюють звук синфазно. Така конфігурація забезпечує кращу дальність і рівномірність: рівень гучності спадає повільніше з відстанню, горизонтальна діаграма широка, а вертикальна - вузька, щоб сконцентрувати енергію на слухачах і менше - в стелю чи підлогу [17]. Від моменту впровадження V-DOSC майже всі великі туrowі системи перейшли на лінійні масиви - сьогодні важко уявити великий фестиваль чи арену без характерних «J-подібних» підвісів колонок з обох боків сцени [17]. Для стаціонарних концертних залів також почали встановлювати лінійні масиви або їх різновиди для рівномірного озвучення балконів, лож і партеру.

Цифрова революція 1990-х - 2000-х охопила й мікшери. З появою на рубежі століть цифрових консолей (Yamaha PM1D, 2000; Digidesign Venue тощо) звукорежисери отримали можливість зберігати пресети налаштувань, використовувати вбудовані плагіни та ефекти і обслуговувати дедалі більше каналів з меншими габаритами обладнання [17]. Це значно спростило роботу на турах: консоль можна підготувати заздалегідь, а на концерті лише відкоригувати під зал, забезпечуючи стабільно високий рівень міксу щодночі. Сучасні цифрові пульти також дозволяють одночасно вести декілька міксів (для PA, для запису, для трансляції), мають дистанційне керування по мережі, що дає гнучкість звукорежисеру переміщатися по залу з планшетом під час налаштування звуку.

Змінилася й свідомість публіки та її очікування. Сучасний слухач, привчений до якісних студійних записів і комфортного прослуховування, прагне, щоб наживо звук був гучним, але чистим, розбірливим та «об'ємним». Якщо у 1960-х роках глядачі великого рок-концерту були готові миритися зі спотвореннями чи луниною (як у ранніх аренах), то нині навіть на стадіоні очікують майже Hi-Fi якості звучання. Це стимулює впровадження інноваційних систем, що розширюють межі стереозвуку. В останні роки стали популярними іммерсивні аудіосистеми: зокрема, платформа L-Acoustics L-ISA (Immersive Sound Art) та система d&b Soundscape. Вони дають можливість розташувати багато акустичних систем навколо слухачів і здійснювати об'єктно-орієнтоване міксування, коли звук кожного джерела панорується не просто вліво-вправо, а в реальне положення на сцені або навколо неї. Це створює враження "присутності" та натуральності - немов звук походить безпосередньо від виконавця, а не з колонок. Крім того, такі системи мають модулі електронної архітектурної акустики: наприклад, En-Space (в рамках d&b Soundscape) дозволяє додати в зал штучне відлуння знаменитих концертних залів. Вперше подібні рішення почали інтегрувати навіть у класичні зали. Покажемо як приклад Королівського Альберт-холу (Лондон) - історичного залу, де в ході модернізації 2017-2018 рр. було встановлено 465 гучномовців d&b audiotechnik з системою розподілу звуку по всьому периметру залу, а інженери можуть додавати "тонке ревербераційне забарвлення", змодельоване під акустику відомих залів, аби вирівняти сприйняття звуку на різних ярусах [7]. Така конвергенція архітектури і електроніки знаменує новий етап, коли для досягнення оптимального звучання поєднуються акустичний дизайн приміщення, розгалужена система звукопідсилення та творчий підхід звукорежисера, який керує цим комплексом.

Отже, історичний розвиток концертних комплексів і технологій звукопідсилення пройшов шлях від повної залежності від природної акустики до сьогоднішньої синергії архітектурних та електронних засобів. Паралельно сформувалася і еволюціонувала професія звукорежисера: від інженера-ентузіаста при перших мікрофонах - до висококваліфікованого спеціаліста, що володіє арсеналом цифрових інструментів і керує складними просторовими звуковими інсталяціями задля досягнення головної мети - донести до слухача художній задум виконавця у найкращій якості.

Висновки до Розділу I

Історичний аналіз показує, що концертні комплекси постійно змінювалися під впливом технологічного прогресу та вимог слухачів.

Удодісилювальну еру акустичні властивості залів були ключовими: архітектори використовували форму та матеріали приміщень для природного поширення звуку, забезпечуючи прийнятне звучання без технічних засобів. Впровадження електронного звукопідсилення в XX столітті дало можливість виступати на небажаних раніше майданчиках (стадіонах, відкритих фестивалях), однак породило нові виклики - необхідність технічної грамотності та спеціального управління звуком. Так виникла професія звукорежисера концертів, яка еволюціонувала від простого обслуговування апаратури до творчо-технічної діяльності високого рівня. З другої половини XX ст. і до сьогодні спостерігається стрімкий розвиток аудіотехнологій: поява потужних портативних систем, лінійних масивів, цифрових консолей, іммерсивних багатоканальних систем. Це вимагає від звукорежисерів постійного освоєння нових інструментів. Публіка, зі свого боку, стала вимогливішою до якості звуку на концертах - очікується одночасно висока гучність, чистота, просторовість та комфорт. Історичний аспект демонструє, що ефективна робота зі звуком у концертних комплексах завжди була міждисциплінарним завданням, що лежить на перетині архітектури, інженерії та мистецтва, а сучасний звукорежисер є спадкоємцем як знань акустиків минулого, так і інноватором, який впроваджує новітні рішення для публіки.

Розділ II. Приклади реалізацій акустико-технічних рішень у концертних комплексах

У цьому розділі розглянуто кілька показових кейсів інсталяції звукових систем у концертних просторах - як в Україні, так і за кордоном. Кожен приклад ілюструє певний аспект сучасних тенденцій: адаптацію історичних залів до нових вимог, проектування мультифункціональних просторів, впровадження інноваційних технологій (імітація акустики, об'ємний звук), а також роль звукорежисерів та інженерів у цих процесах.

2.1. Royal Albert Hall (Лондон, Велика Британія) - модернізація історичного залу

Королівський Альберт-гол - один з найвідоміших концертних залів світу, збудований у 1871 році. Його овалоподібна зала під куполом відома як архітектурний шедевр, але історично мала складну акустику: сильне довге ехо через форму купола. У 1969 році для боротьби з ехом під стелею встановили знамениті «літаючі гриби» - підвісні диски-дифузори, що дещо покращили акустику. Проте, з розвитком електронного підсилення та розширенням програми заходів (від симфоній до рок-концертів і навіть боксу) стало ясно, що потрібне комплексне рішення. У 2017-2019 роках Альберт-гол пройшов масштабну звукову реконструкцію, що стала найбільшим вдосконаленням звуку за півстоліття [13]. За проєкт взялася компанія Sandy Brown Acoustics (акустичний консалтинг) разом з фахівцями фірми d&b audiotechnik. Основне завдання - забезпечити рівномірне покриття звуком на всіх рівнях зали (партер, коло, гальорка, 12 лож бунуару тощо) без порушення історичного інтер'єру. В результаті було інстальовано найбільшу у світі постійну систему гучномовців в одному приміщенні: 465 акустичних систем d&b, під'єднаних 15 км кабелів та 73 підсилювачами [7]. Вперше окремі кластери гучномовців отримали рівні: коло, гальорка і кожна з 144 приватних лож, щоб звук "наблизити" до слухача і усунути мертві зони [7]. Центральні великі масиви обслуговують партер, а додаткові маленькі колонки приховані по периметру для верхніх ярусів.

Інженери створили детальну 3D-модель залу, змоделивали поширення звуку і оптимізували типи та розташування динаміків [7]. Наприклад, для галереї (стоячого верхнього ярусу), де дуже «живе» відлуння і тверді стіни, були додані спеціальні спрямовані випромінювачі та заплановано використання драпіровок для зменшення реверберації [7]. Результати перевершили очікування: тепер навіть місця під куполом мають чіткий звук, який майже не поступається партеру [7]. Зокрема, сім підвісних кластерів «delay» у колі синхронізують час прибуття звуку до віддалених точок, тож навіть на краю зали слухач чує одночасно з фронтальним звуком, без запізнення [7].

Цікаво, що нова система дозволяє застосовувати електронну архітектурну акустику: у коло і ложі подаються не лише прямий звук, а й синтезований «амбінний» ревербераційний сигнал, змодельований на основі акустики знаменитих залів [7]. Це додає просторової цілісності - глядач у бунуарі чує відлуння ніби з основного залу, а не віддалений сухий звук. Фактично, така технологія є елементом іммерсивної системи (аналогічно до модуля En-Space у d&b Soundscapes), хоч в публічних джерелах прямо не згадано, чи використано саме Soundscapes DSP. Для управління такою складною мережею використовуються сучасні цифрові інфраструктури: звуковий сигнал маршрутизовано через оптичну мережу на базі Optoscape Dante, зі встановленням центральних маршрутизаторів BroaMan Route66 для з'єднання цифрових консольних позицій (в залі використовуються цифрові пульти DiGiCo) [13]. Це забезпечує гнучкість - можна підключитися в різних точках зали, перемикаючи джерела, гарантувати резервування сигналу.

Роль звукорежисера в такому залі виходить на новий рівень: тепер він має у розпорядженні систему, котра «розумно» розподіляє звук, дозволяючи зосередитися на художньому міксі. Наприклад, для симфонічних концертів звукорежисер може лише додати трохи реверберації через систему, зберігаючи акустичне звучання, а для рок-концерту - активувати всі підсилювачі й забезпечити рокове «м'ясо» рівномірно по залу без «гучних» та «тихих» зон. У відгуках зазначалося, що тепер якість звуку на різних заходах відповідає світовому рівню, а слухачі в будь-якій точці зали отримують однаково насичений і чіткий саунд [13]. Цей кейс демонструє, як грамотне поєднання акустичного аналізу, сучасних технологій (розподіленого озвучення, штучної реверберації) та роботи звукорежисерів дозволило історичному простору залу задовольнити сучасні вимоги публіки, зберігши свою автентичність.

2.2. Muis Arnhem (Паркзал, Арнем, Нідерланди) - мультифункціональна зала зі змінною акустикою

Muis Sacrum в Арнемі - концертний комплекс з багатою історією (існує з 1847 року), який нещодавно отримав нове життя завдяки масштабній реконструкції. У 2017 році відкрито новий Parkzaal - великий зал на 1600-2000 місць, спроектований як сучасний багатоцільовий простір для симфонічних концертів, поп-рок виступів і навіть заходів на відкритому повітрі. Унікальність Parkzaal полягає в його архітектурі: за сценою знаходиться гігантська скляна стіна 16x11 м, яка може відкриватися до міського парку [8]. Таким чином, зал здатний перетворюватися: у закритому стані - це традиційний концертний зал, а у відкритому - сцена, звернена в бік парку, що дозволяє проводити open-air концерти, де публіка слухає з вулиці, а частина звуку виходить назовні. Це рішення - технічно розумні скляні панелі - дає можливість поєднати найкраще з двох світів: затишну акустику приміщення і атмосферу літнього паркового виступу [8; 9].

Такий інноваційний дизайн висуває складні вимоги до акустики та озвучення. У середині Parkzaal реалізовано систему змінної акустики: дерев'яні відбивачі та близько 400 панелей-поглиначів можуть змінювати положення, регулюючи реверберацію залу [4]. Для класичних концертів - відкрита дерев'яна поверхня для більшої реверберації; для amplified-музики - виставляються поглиначі, що «сушать» зал. Крім того, балконна конструкція і велика скляна поверхня створюють потенційно нерівномірне звукове поле та можливі проблеми з низькими частотами (через площину скла).

У 2023-24 роках, щоб відповідати різноплановому використанню, зал оснастили сучасною лінійно-масивною системою L-Acoustics серії L. Проектування виконала компанія Fairlight (сертифікований партнер L-Acoustics) з урахуванням «двох облич» залу - акустичного і електропідсиленого [4]. Головний PA включає по одному модулю L-Acoustics L1 та L2D з кожного боку сцени (новітні колінеарні масиви L Series), доповнені чотирма сабвуферами KS21 з кожного боку, і ще 4 додатковими KS21 по залі для рівномірного басу [4]. Для заповнення близьких зон встановлено 4 колонки A10 Wide (інфілли) і 3 маленькі 5XT спереду сцени як фронт-філи для перших рядів [4]. Усю систему приводять в дію цифрові підсилювачі LA7.16i, LA12X, LA2Xi, а керування та обробка сигналу здійснюється процесором L-Acoustics P1, з'єднаним по мережі Milan-AVB (комутатор L-Acoustics LS10) [4]. Це одне з перших впроваджень L Series - нової серії, яка покликана поєднувати точність й компактність. Проєктувальники стикнулися з кількома викликами:

1. забезпечити високий рівень звуку з рівномірним покриттям на всіх місцях (враховуючи балкон) для гучних концертів;
2. водночас гарантувати низький рівень шуму власної системи для класичних подій (щоб фон від підсилювачів/вентиляції не заважав тихим пасажам) [4];
3. мінімізувати візуальний вплив - колонки інтегрували в архітектуру так, щоб вони не порушували естетики модерного залу зі скляною стіною;
4. і ще специфічно для Musis: система має працювати привідчиненій стіні, тобто частина звуку йде на парк. Це вимагало оптимізації фазової узгодженості і можливо використання зовнішніх додаткових колонок, коли зал відкритий (хоча деталей про це не надано, ймовірно, при відкритті стіни звукорежисери застосовують окремі налаштування).

Для вирішення цих задач застосували програмне моделювання Soundvision від L-Acoustics і провели ретельне налаштування. За словами Рене ван дер Ліндена, інженера Fairlight, при демонстрації нової L Series керівництву Musis стало очевидно, що система перевершує всі вимоги і є фактично новим стандартом, якого очікують гастролюючі колективи [4]. Обрання L-Acoustics було не випадковим, адже багато приїжджених продюсерів вимагають саме цю марку в технічних райдерах [4]. Отже, зала тепер оснащена за вищим світовим рівнем.

З точки зору звукорежисери, Musis Arnhem цікавий тим, що дає змогу практично «на льоту» адаптуватися до типу події. Звукорежисер, що працює в Parkzaal, мусить враховувати змінну акустику: наприклад, для оркестру він може мінімально застосовувати підсилення - лише підкреслити певні групи інструментів або взагалі не користуватися мейн-порталами, спираючись на природне відлуння зали (при закритій стіні і налаштованих відбивачах зала має власний достатній час реверберації, проєктований для класики). Навпаки, для рок-концерту він «осушує» зал панелями, вмикає повну систему L-Acoustics і отримує контрольований звук без гулкового відлуння - практично як у великому студійному залі. Якщо ж подія переходить в open-air формат з відкритою задньою стіною - виникає задача уникнути звукових затримок і фазових проблем між внутрішніми і зовнішніми частинами простору. Можливо, у таких випадках звукорежисери використовують окремі зовнішні акустичні системи для аудиторії в парку і синхронізують їх з внутрішніми.

Таким чином, Musis Arnhem - приклад універсального концертного комплексу, де архітектурні інновації (відчинена стіна, змінна акустика) поєднані з передовими аудіотехнологіями (сучасний лінійний масив, мережеві підсилювачі). Роль звукорежисера тут особливо важлива: він фактично є оператором «гнучкого» залу, приймаючи рішення, як налаштувати простір і звук під конкретний захід. В тісній співпраці з технічним персоналом залу (відповідальним за акустичні панелі, механізми стіни) звукорежисер забезпечує стабільно високоякісний звук - чи то камерна симфонія, чи гучний рок, чи open-air для тисяч глядачів у парку.

2.3. Shaanxi Grand Theater (Сіань, Китай) - сучасний комплекс із світовими стандартами

Shaanxi Grand Theater у місті Сіань - це новий (відкритий у 2017 році) багатофункціональний театр і водночас перший в Північно-Західному Китаї міжнародний професійний центр виконавчих мистецтв [14]. Він вміщує 2040 глядачів, має два яруси балконів, розділений партер та великий відкритий оркестровий підземний хор (що дозволяє використовувати повний симфонічний склад) [14]. Амбіція комплексу - приймати найрізноманітніші події: від опери і балету до бродвейських мюзиклів, поп-концертів і культурних фестивалів. Відповідно, вимоги до звукової системи були надзвичайно високі: вона мала забезпечувати виняткову якість звучання для широкого спектру жанрів, задовольнити очікування як артистів, так і публіки, і водночас вписатися в естетику сучасної зали та бюджетні рамки [14].

Після ретельного аналізу було обрано рішення від L-Acoustics - систему на основі лінійного масиву Kara. Ця модель відома як універсальна: достатньо компактна для театральних приміщень, але потужна і музична за саундом. Основний стерео-портал в Shaanxi Grand Theater складається з 12 модулів Kara на бік, плюс кластер з 9 Kara по центру (для рівномірного покриття центральних партерних рядів) [14]. Низькочастотне підсилення забезпечують сабвуфери SB18: чотири SB18 інтегровані у підвіс кожного масиву, настроєні в кардіоїдну конфігурацію для зменшення басового навантаження на сцену [14]. Додатково на підлозі з кожного боку сцени розміщено по два великих сабвуфери KS28 для суб-низьких частот ефекту «удару» у потужних шоу [14]. Для розширення покриття по ширині залу - встановлено 3 компактних гучномовці Kiva II з кожного боку як аутфілли (на заповнення бічних місць) [14]. Перші ряди партеру покриваються низькопрофільними коаксіальними моніторами X8 вздовж сцени, а якщо використовується оркестрова яма, по її краю монтуються крихітні 5XT для близької зони [14].

Ця конфігурація була ретельно налаштована інженерами та локальною командою. Результат - універсальна система, яка перевищила очікування: Kara забезпечує і високий рівень звукового тиску для найгучніших шоу, і тонку музичність для акустичних виступів [14]. Директор з аудіо театру Ян Чао відзначив, що звук системи настільки природний і точний, ніби слухаєш чудові навушники, ефект яких відчутний на кожному місці в залі [14]. Зникли проблеми з зворотним зв'язком при мові та покращилася розбірливість аж до останнього ряду [14]. Це свідчить, що правильний вибір і розміщення динаміків дають можливість великому залу успішно транслювати і рок-концерт, і драматичну виставу без втрати якості.

З точки зору організації, для Shaanxi Grand Theater важливо було дотриматися і естетичних вимог - система Kara достатньо компактна, щоб не блокувати огляд сцени і не порушувати дизайн інтер'єру. Крім того, вона модульна - при необхідності можна переналаштувати під іншу конфігурацію чи жанр. Для персоналу театру, особливо звукорежисерів, такий інструмент дає свободу творчості: вони можуть оперативно переконфігурувати систему (відключити центр для класики, чи навпаки, додати басових сабів для електронного концерту), мають контроль через мережеве керування процесорами L-Acoustics.

Цей кейс демонструє, як сучасні національні театри (у даному випадку - Китай) переймають провідні аудіотехнології, щоб відповідати світовим стандартам. За кілька років роботи Shaanxi Grand Theater зарекомендував себе як майданчик з чудовим звуком, де гастролери можуть реалізувати свої шоу без компромісів. Важливо підкреслити роль локальної команди звукорежисерів: вони брали участь у тестах систем, під час інсталяції співпрацювали з інженерами L-Acoustics, а тепер забезпечують бездоганне функціонування комплексу. Це показує, що успіх проєкту залежить не лише від обладнання, але й від кваліфікації звукорежисерів та технічного персоналу, які мають розуміти можливості системи і вміти їх реалізувати на практиці.

2.4. Національний палац «Україна» (Київ, Україна) - впровадження лінійного масиву в головній концертній залі країни

Як приклад національного кейсу розглянемо НПМ «Україна» - головний концертний зал України, відкритий у 1970 році в Києві, місткістю 3714 місць. Зал «Україна» спроектований у радянські часи як універсальний для концертів, державних урочистостей, кінопоказів, тож його акустика є компромісною (великий об'єм, помірна реверберація, розрахунок більше на озвучення через мікрофони). У 2011-2012 рр. постало завдання оновити застарілу звукову систему палацу до сучасного рівня. В результаті тендеру було обрано рішення від L-Acoustics - вперше в Україні встановлено повноцінний лінійний масив світового класу у стаціонарній залі.

Систему змонтувала компанія «ART-R», ексклюзивний дистриб'ютор L-Acoustics в Україні [5]. Конфігурація включає головний лівий/правий масив по 9 модулів V-DOSC з кожного боку - це великоформатні елементи лінійного масиву з технологією Wavefront Sculpture (WST) від L-Acoustics [5]. Для покриття центру сцени над порталом підвішено додатковий кластер з 12 компактних d-VDOSC (версія V-DOSC для центрів) [5]. Ще два d-VDOSC встановлені безпосередньо на сцені як фронт-філи і сайд-філи для ближніх місць [5]. Низькі частоти відтворюються вісьмома

сабвуферами SB28, розташованими по краях сцени [5]. Вся система живиться від підсилювачів L-Acoustics LA8, а налаштування здійснювалося за підтримки інженера L-Acoustics Андрю Нагела, який прилітав для тонкого тюнінгу та навчання локальних фахівців [5]. Запровадження цієї системи дало колосальний приріст у якості звуку залу. Як зазначив технічний директор ART-R Андрій Котець, новий звукокомплекс надав Палацу «Україна» безпрецедентну потужність і контроль завдяки використанню технології лінійного масиву L-Acoustics WST, прогресивному дизайну сабвуферів та сучасним підсилювачам з DSP [5]. За його словами, таке поєднання дозволило досягти одночасно високої гучності без спотворень і точного покриття зали звуком [5]. Фактично, з моменту встановлення V-DOSC Палацу «Україна» став відповідати технічним вимогам більшості міжнародних артистів, що гастролюють - адже L-Acoustics V-DOSC/KUDO були де-факто стандартом топ-турів 2000-х років.

Для українських звукорежисерів це також стало новим етапом: вперше вони отримали в розпорядження систему, з якою можна працювати на рівні світових майданчиків. Роль штатних звукорежисерів Палацу «Україна» полягала у швидкому освоєнні особливостей лінійного масиву - правильного виставлення кута вигину кластерів під конкретну подію, використання контролерів LA8 для різних пресетів (наприклад, режим для мови, для концерту, для кіно). Багато хто з українських фахівців проходив тренінги і стажування, щоб опанувати цю систему. Успішна реалізація проєкту показала важливість інтеграції іноземного досвіду і локальних зусиль: інсталяцію виконали українські інженери під супроводом французьких експертів, а далі вже місцеві звукорежисери щоденно експлуатують систему, підтримуючи її оптимальний стан. Отриманий в Палаці «Україна» якісний ривок у звуці стимулював і інші українські майданчики: почали оновлюватися звукові комплекси в театрах, клубах, з'являються лінійні масиви від провідних брендів і в прокаті для фестивалів. Станом на сьогодні, цей зал досі залишається одним з еталонів якості звуку в Україні, а описаний кейс - приклад успішної модернізації за рахунок впровадження передових технологій та підготовки кадрів.

2.5. Sphere (Лас-Вегас, США) - ультрасучасна арена з іммерсивними технологіями

Sphere (офіційна назва - MSG Sphere at The Venetian) у Лас-Вегасі - найновіший на сьогодні концертний комплекс, відкритий у вересні 2023 року. Це гігантська сферична структура висотою 111 м і діаметром ~157 м, що вміщує близько 17 600 глядачів. Sphere вже називають «ареною майбутнього», адже вона спроектована спеціально для повного занурення аудиторії у мультимедійне шоу. За оцінками, це найдорожчий розважальний майданчик у світі (бюджет будівництва понад \$2,3 млрд), і кожен його аспект унікальний. Головна «родзинка» - внутрішній панорамний LED-екран площею ~15 000 м² (це приблизно два футбольні поля), який огортає глядачів доволі та над ними, утворюючи суцільне зображення з роздільною здатністю 16Kx16K. На цьому екрані демонструються неймовірно деталізовані контент-шоу, які координуються з живими виступами артистів на сцені. Але не менш інноваційною є аудіосистема арени - Sphere Immersive Sound, розроблена спільно з компанією Holoplot. По всьому периметру за екраном приховано близько 164 000 гучномовців, згрупованих у 1 600 модулів; це найбільша у світі система beamforming-аудіо [19]. Завдяки цій технології звукові «промені» можна точно спрямувати в будь-яку точку залу, створюючи рівномірне покриття і різні звукові зони. Система підтримує wave field synthesis - відтворення звукового поля, яке сприймається як натуральне 3D: слухачі фактично чують звук з правильних напрямків, незалежно від свого місця, що разом із візуальним контентом дає відчуття повного занурення.

Крім того, кожне зі ~18 тисяч місць обладнане високочастотними тактильними вібраторами у сидіннях (для передачі низькочастотних відчуттів) та спеціальними пристроями для персонального обдуву та подачі аромату. Ця 4D-платформа ефективно імітує, наприклад, вітер або прохолоду, синхронно з подіями на екрані [12]. Тематичні шоу в Sphere супроводжуються такими ефектами: якщо на екрані летить вертоліт - глядач відчуває пориви вітру; якщо демонструється ліс - у повітря подаються відповідні запахи дерев і трав; якщо сцена на льоду - система кондиціонування створює відчуття прохолоди. Усе це відбувається непомітно для публіки, але підсвідомо підсилює реалістичність сприйняття. Для звукорежисерів Sphere став новим полігоном, де зливаються воедино звук, відео та ефекти. Під час концертів тут використовується складна система тайм-кодів: кожен аудіо- та відеотрек, кожен спецефект прив'язані до єдиного сценарію шоу. Звукорежисер співпрацює з саунд-дизайнерами і саунд-продюсерами, які готують багатоканальні мікси з урахуванням просторового розміщення звукових об'єктів. Під час виступу більшість параметрів автоматизовано - об'ємний звук рухається разом із зображенням, створюючи, наприклад, ілюзію пролітаючого повз вертольота або оточення слухача звуками природи. Втім, роль людини залишається ключовою: команда аудіоінженерів Sphere контролює якість звучання в різних точках залу, оперативно вносить корективи при живому виступі артистів, стежить за синхронністю з іншими підсистемами (візуальною, ріго-ефектами тощо).

Першим великим випробуванням для Sphere стала резиденатура гурту U2 восени 2023 року. Шоу U2:UV Achtung Baby Live at Sphere поєднало живий концерт легендарної рок-групи з грандіозними візуальними полотнами на екрані, які іноді повністю оточували глядачів (360° контент). Звукова картина також була незвичною: замість традиційного стерео з фронтальної сцени слухачі чули об'ємний мікс, де аудіо об'єкти (гітари, електронні ефекти) «літали» залом, підкреслюючи те, що відбувається на екрані. В рецензіях відзначалося, що аудіосистема Holoplot забезпечила кришталеву чистоту звуку в кожному місці, з відчуттям «як у навушниках», і при цьому саунд залишався потужним рок-концертним [18]. U2 спеціально адаптували свій матеріал під новий формат: деякі пісні супроводжувалися візуальними історіями, а звукорежисери групи експериментували з розташуванням голосу Боно і інструментів у різних частинах сфери. Цей досвід показав потенціал нової арени: вона здатна пропонувати публіці щось якісно інше, ніж звичайний концерт, - імітацію іншої реальності, де музика і візуальні ефекти нерозривні.

Sphere уособлює синтез останніх досягнень аудіо та медіа. У її кейсі бачимо продовження ідей, розглянутих у попередніх прикладах, на новому рівні: рівномірне покриття звуком (за рахунок розподіленої системи гучномовців), об'ємність аудіо (beamforming та WFS для 3D-звуку), змінність простору (динамічний контент та 4D-ефекти змінюють атмосферу залу залежно від шоу) і надзвичайна роль технологічної команди.

Звукорежисура тут межує з ІТ - керування тисячами каналів, синхронізація зображення та сенсорика, програмування алгоритмів поширення звуку. Це кидає виклик традиційним навичкам, вимагаючи від фахівців поєднання мистецтва міксування з розумінням програмування і системної інтеграції.

Висновки до Розділу II

Розглянуті кейси демонструють різні аспекти роботи зі звуком у концертних комплексах і підтверджують, що інноваційні технічні рішення нерозривно пов'язані з професійною роботою звукорежисерів.

1. Royal Albert Hall показує, як історичний зал може бути модернізований без втрати автентичності: впровадження розподіленої системи з сотень динаміків d&b audiotechnik дало рівномірний звук і нові можливості (штучна реверберація), причому роль звукорежисерів полягає в тонкому використанні цих інструментів для кожного заходу. Це приклад успішної співпраці акустиків, інженерів і операторів звуку задля покращення досвіду для публіки [7; 13].

2. Musis Arnhem (Parkzaal) ілюструє сучасний тренд багатофункціональних залів: архітектурна гнучкість (відчинена стіна, змінна акустика) доповнена високотехнологічною системою L-Acoustics. Тут звукорежисер постає як «конфігуратор» простору - він має адаптувати звук під різні

акустичні режими залу. Вибір інноваційної системи (новітня L Series) забезпечив високий запас якості та універсальність для будь-яких жанрів [4].

3. Shaanxi Grand Theater- приклад нового комплексу, що одразу оснащений за останнім словом техніки: лінійний масив Kara зі сценою суббасів та заповненням всіх зон залу. Кейс підкреслює значення правильної інсталяції та налаштування: результат - універсальний звук для всіх жанрів, який високо оцінили і публіка, і фахівці [14]. Тут роль звукорежисера - підтримувати цей стандарт щоденно, готувати різні мікси (для опери, драми, концерту) в межах однієї системи.

4. Національний палац «Україна» демонструє важливість оновлення технічної бази в національному контексті: впровадження лінійного масиву V-DOSC дало можливість українській концертній залі відповідати міжнародним вимогам. Цей кейс також показує, що успіх залежить від злагодженої роботи команди - від проєктувальників до місцевих звукорежисерів, які освоїли нове обладнання і тим самим підняли планку якості концертів у країні [5].

5. Sphere у Лас-Вегасі - крайній випадок синергізації технологій. Цей комплекс поєднав у собі всі новітні тренди: 360° екрани, масиви beamforming-акустики, іммерсивний контент і 4D-ефекти. Він вказує шлях у майбутнє, де концертні комплекси забезпечуватимуть не просто звук і світло, а повне занурення в аудіовізуальну реальність. Для звукорежисерів це відкриває нові горизонти, але й ставить нові вимоги - бути одночасно інженером, саунд-дизайнером і IT-спеціалістом, аби реалізувати такий потенціал.

У всіх випадках спільним є те, що акустичні і технічні рішення приймаються з урахуванням конкретних потреб простору та репертуару, а звукорежисер відіграє ключову роль у реалізації потенціалу цих рішень. Інновації на кшталт іммерсивних систем (d&b Soundscape, L-ISA), електронної змінної акустики (як у RAN чи Musis) відкривають нові можливості, але потребують від звукорежисера нових навичок - працювати як саунд-дизайнер простору. Таким чином, сучасні концертні комплекси - це складні високотехнологічні інструменти, "налаштування" яких лежить у руках компетентних аудіо спеціалістів.

Розділ III. Практичні аспекти роботи звукорежисера у концертних комплексах

Останній розділ присвячено практичній стороні питання: як саме звукорежисер працює з концертними комплексами в реальних умовах. Тут ми розглянемо методику підготовки та проведення звукового забезпечення концертів, особливості мобільних (турових) систем, специфіку озвучення реп-аігподій, роботу з гібридними форматами такрос-медійними проєктами, а також питання комунікації звукорежисера з іншими учасниками процесу (технічним персоналом, артистами тощо). Ця частина поєднує технічні знання з менеджментом і творчими навичками, необхідними звукорежисеру.

3.1. Підготовка звукової системи: проєктування, мобільність, налаштування

Більшість сучасних концертів - особливо гастрольних турів - покладаються на мобільні звукові системи. Це комплекти обладнання (акустичні системи, підсилювачі, мікшерні пульти, кабелі, мікрофони тощо), які перевозяться з міста до міста. Звукорежисер часто бере участь у плануванні такої системи задовго до концерту. На етапі підготовки райдеру він визначає, яке обладнання потрібне, з урахуванням масштабу майданчика та очікуваної аудиторії. Наприклад, для клубу на 500 осіб це можуть бути дві точки по 2 топи + 2 саби (Point Source система), а для арени на 10 тисяч - повноцінний лінійний масив з декількома кластерами і рознесеними сабвуферами.

Великий внесок у якість звуку робить проєктування розміщення акустичних систем. Сьогодні звукорежисери та системні інженери широко використовують програмні симулятори (MAPP, Soundvision, ArrayCalc тощо) для моделювання покриття звуком залу. На комп'ютерній моделі концертного комплексу вони розташовують віртуальні колонки, підбирають кути нахилу, перевіряють де будуть зони недостатнього або надлишкового звуку. Це дозволяє ще до приїзду на майданчик побачити, скільки буде потрібно акустичних модулів, чи потрібні додаткові delay-лінії (дублюючі колонки в глибині залу або на віддалених трибунах) тощо. Як показує досвід, ретельне планування може компенсувати складну форму приміщення: наприклад, правильно розраховані затримки для ділей-ліній забезпечують одночасність звуку з основної сцени і дальніх колонок, уникаючи ефекту луною.

Мобільність сучасних систем проявляється у їхній конструкції: більшість турових лінійних масивів мають модульну структуру і стандартизовані механізми підвісу, що дозволяє монтувати/демонтувати їх за лічені години. Наприклад, 12-елементний кластер може бути зібраний на землі на спеціальній рамі і піднятий лебідками або моторами на потрібну висоту. Звукорежисер разом з системним техніком визначають, на якій висоті підвісити кластер і під яким кутом нахилити його вперед, щоб перший модуль "стріляв" в останні ряди партеру, а останній - ледве не торкався підлоги перед сценою (класична форма «J»). Ground-stacking (наземне штабелювання) використовується там, де немає можливості підвісу - модулі встановлюються на міцні сабвуфери або стійки. Це менш оптимально для дальнього покриття, але іноді необхідно.

Після фізичного встановлення системи настає етап налаштування (tuning). Звукорежисер (або спеціально виділений системний інженер) проводить вимірювання акустичних характеристик майданчика - для цього використовують вимірювальні мікрофони та програми на кшталт Smaart, SATlive. Перевіряються затримки між підсистемами (між лівою і правою лінією, між основним кластером і далекими ділями, між топами і сабвуферами). Виставляються делей-наприклад, сабвуфери часто зміщують по фазі, щоб їхній звук сумувався з топами. Потім налаштовують еквалізацію системи - вирівнюють АЧХ, враховуючи акустику залу. У закритих приміщеннях часто є проблеми на деяких частотах (моди залу) - їх трохи вирізають еквалайзером; на відкритому повітрі треба іноді компенсувати спад високих частот на далекій відстані (через поглинання повітрям) підйомом "HF shelf" на масивах.

Великі виробники (L-Acoustics, d&b, Meyer Sound) мають власні стандарти і інструменти для такого налаштування - контролери гучномовців дозволяють вибирати типові пресети ("потужний рок", "мова", "класика" - з різним тональним балансом). Звукорежисер разом з системним інженером обирають відповідний, а далі можуть вручну коригувати. Правильно підготована система є запорукою успіху: вона дає рівне полотно звуку, на якому вже FOH-інженер "малює" мікс. Якщо ж система налаштована неправильно (наприклад, сильний пісклявий резонанс на 4 кГц в залі), то звукорежисеру доведеться боротися з цим еквалайзером на міксі, що гірше і менш точно.

В контексті практики, звукорежисер завжди враховує тип концертного комплексу:

1. У класичних закритих залах (театри, філармонії) - акустика може грати як допоміжну роль (підсилювати звук інструментів). Тут краще менше підсилення для акустичних жанрів, розумне розташування мікрофонів щоб зловити природний реверб, а для гучних шоу - навпаки, придушувати зайву реверберацію килимами, завісами, працювати більш "сухо".

2. У спортівних аренах - звукорежисер зіштовхується з великими ревербераціями і відбиттями від бетонних конструкцій. Використовуються

більш директивні системи (ті ж лінійні масиви, кардіоїдні субвуфери), щоб направити максимум звуку на слухачів і мінімум - на стіни. Часто арени вимагають додаткових delay-спікерів для верхніх трибун. Налаштування еквалізації - з фокусом на розбірливість, навіть ціною зменшення басу чи реверу.

3. У малих клубах-звукорежисер має справу з близьким розташуванням глядачів, можливим сильним сценічним звуком (від ударних, гітарних підсилювачів). Тут мобільність системи проявляється у гнучкості: іноді досить просто добре розставити дві колонки на стійках та саби, відмоніторити зворотній зв'язок. Часто в клубах звукорежисер і системник - це одна особа, тож він має швидко все встановити, підключити, переконався, що ніде немає дзвону чи гулу.

3.2. Озвучення open-air: фестивалі, стадіони, вуличні концерти

Open-air заходи мають свою специфіку. З одного боку, відсутність стін і стелі означає відсутність небажаних відбиттів і реверберації - звук більш «чистий». З іншого боку, немає природного підсилення, і все звучання створюється виключно акустичними системами; відкритий простір також потребує величезної потужності, адже звук вільно розлітається і розсіюється в повітрі. Для великих майданчиків на відкритому повітрі (кілька десятків тисяч глядачів) стандартом стали масштабовані лінійні масивна розподілені системи.

Звукорежисер на open-air перш за все враховує дальність покриття. На фестивальных полях зазвичай встановлюють не лише основні L/R кластери біля сцени, а й вежі delay-спікерамина відстані 50-100 м від сцени, які дублюють звук для дальніх зон. Ці ділей-системи треба синхронізувати за часом (затримка сигналу на кілька десятків мілісекунд, щоб фронт хвилі від основної системи і від ділей досяг слухача одночасно). Іноді роблять кілька рядів delay-веж для дуже глибоких аудиторій.

Ще одна особливість - погодні умови. Вітер та температура сильно впливають на звук: потоки повітря можуть відносити високі частоти, нерівномірно розподіляти рівень. Наприклад, поривчастий вітер здатен викликати коливання гучності: коли дме на глядача - звук різкіший, проти вітру - тихіший. Температурна інверсія чи шарування (різна температура повітря знизу і вгору) можуть спричинити вигин траєкторії звуку. На жаль, фізику погоди звукорежисер змінити не може, але може врахувати: на великих системах навіть налаштовують віддалений моніторинг рівня - встановлюють мікрофони на різних відстанях і стежать, щоб вітер не робив провалів (частково це компенсують автоматичною регуляцією або просто дають запас гучності "про всяк випадок").

Шумові обмеження - серйозний фактор для open-air, особливо в містах. Місцева влада часто встановлює ліміти звукового тиску на кордоні території (наприклад, не більше 85 дБА біля житлових будинків). Через це іноді на концертах виникає ситуація, що звук начебто "тихий" для публіки - якщо організатор занадто обмежив гучність аби не перевищити норму. Було кілька резонансних випадків: наприклад, фестиваль All Points East у Лондоні 2019 - публіка скаржилась на занижений рівень звуку і навіть скандувала "дайте гучності" [15]. Часто винні саме регуляції: жорсткі норми шуму змушують звукорежисерів тримати мікс "у вузді". З іншого боку, необмежений рівень теж шкідливий - для слуху глядачів і для мешканців навколо. Тому професіонали шукають баланс: використовують спрямовані системи (лінійний масив, кардіоїдні саби) щоб мінімізувати витік звуку за межі майданчика розміщують колонки ближче до публіки (додаткові точки) замість «розганяти» звук з однієї точки [15]. Як зазначає аудіо-консультант Роланд Хеммінг, технології дають нові інструменти для боротьби з шумовим забрудненням: цифрові моделювання і контроль допомагають спрямувати звук туди, де треба, і зменшити за межами [15]. У підсумку, планування звуку на open-air - це не лише про якість, але і про дотримання правил: часто на великих фестивалях окремий інженер займається моніторингом шумових меж (ставлять вимірювачі SPL на периметрі, логують дані) [15]. Звукорежисеру ж доводиться зважати: інколи зменшити низькі частоти або загальну гучність, щоб не зірвати захід через скарги.

В практиці open-air є також питання безпеки і надійності. Все обладнання повинно бути стійким до погодних умов: колонки часто мають вологозахист, роз'єми ізолюються, пульти накривають навісами. Звукорежисер завжди має план "Б" на випадок дощу чи вітру - наприклад, готовність тимчасово зупинити концерт при негоді задля збереження техніки і людей. Велика увага - живленню електрики (генератори з резервом, окремі лінії для аудіо щоб уникнути просадок від світла).

Отже, звукорежисера open-air - це поєднання технічної майстерності (вміння вибудувати розгалужену систему, боротися з затримками, фазами, вітром) і адаптивності (працювати в нестабільних умовах, під тиском часових лімітів фестивалю, спільно з іншими командами). Часто на фестивалях одна система обслуговує кілька гуртів поспіль, різні звукорежисери сідають за пульт зі своїми налаштуваннями - тому підготовка (саундчек, віртуальний саундчек з багатоканальних записів) має критичне значення. Хороший практичний прийом - "вирулювання" залу: на відкритому майданчику FОН-інженеру варто періодично виходити із мікшерної позиції і слухати звук з різних точок аудиторії [3]. Це допомагає виявити проблеми, які могли б бути непомітні на його місці (наприклад, надлишок басу збоку чи провал вокалу далеко).

3.3. Гібридні та крос-медійні формати: інтеграція живого звуку з іншими медіа

Сьогодні багато подій виходять за рамки чисто "живого" концерту. Наприклад, музичні фестивалі транслюються онлайн, концертні шоу доповнюються візуальними шоу (екрани, проєкції, лазери), театральні вистави можуть мати складну систему звукових ефектів та плейбеків. Це вимагає від звукорежисера вміння працювати у гібридному середовищі, де звук є лише частиною загальної картини.

Одним із прикладів гібридності є одночасна робота на аудиторію в залі і на віддалену аудиторію (стрімінг або телевізійна трансляція). Зазвичай це потребує окремого міксу для трансляції, адже те, що добре звучить наживо, не завжди прямо підходить для запису (інший баланс, відсутність враження простору глядачів тощо). В деяких випадках виділяється окремий Broadcast звукорежисер, який отримує всі канали з мікрофонів і міксує паралельно для ефіру. Але на менших заходах FОН-звукорежисеру може бути доручено і це - тоді він робить основний мікс на зал і додатково зі свого пульта віддає шину на стрім, де трохи підправляє (може додати кімнатних мікрофонів для атмосфери, знизити рівень басу, зробити стерео ширше і ревербу більше для ефіру). Це фактично подвійне навантаження, що вимагає великої концентрації.

Крос-медійна інтеграція також означає, що звук має бути скоординований з іншими елементами шоу. Наприклад, у концертних турах поп-зірок часто використовуються таймкоди (SMPTE) для синхронізації: світло, відео і навіть деякі звукові ефекти запускаються автоматично за розкладом. Звукорежисер повинен вміти працювати з цим - його система відтворення може отримувати таймкод і запускати наперед підготовані семпли (наприклад, інтродукцію перед виходом артиста, кліки для музикантів). Тут важлива точність і стабільність: будь-який збій синхронізації помітний глядачу (якщо феєрверк бахнув не в такт музиці). Тому у великих продакшенах аудіо-технічна команда тісно співпрацює з командою відео/світла, разом тестують синхронізацію на прогоні.

Інший аспект - інтерактивні та мультимедійні шоу, де звукорежисер стає саунд-дизайнером. Наприклад, сучасні інсталяції чи перформанси можуть використовувати 3D-звук як частину експозиції (тут застосовуються системи типу Soundscape з віртуальними акустичними середовищами). Звукорежисер готує не просто мікс, а звуковий ландшафт, іноді у співпраці з композиторами та режисерами. У таких проєктах

важливо розуміти, як звук взаємодіє з простором і з іншими медіа: якщо це, скажімо, музейна інсталяція, де відео проєктується 360°, то звук може слідувати за зображенням - для цього треба правильно розмістити колонки і налаштувати маршрутизацію звукових об'єктів по ним.

Гібридність формату проявилася і під час пандемії COVID-19, коли багато концертів перейшли в онлайн. З'явилося поняття "live + streaming": артисти грають на сцені для обмеженої аудиторії і одночасно ведуть професійний стрім. Звукорежисеру доводилося фактично робити дві роботи

одночас або дублювати команду. Ті, хто впорався, освоїли нові навички - наприклад, міксувати з урахуванням, що аудиторія слухає в навушниках чи комп'ютерних колонках (більше середніх частот, менше ревербу), і паралельно підтримувати "живий драйв" для присутніх. Підгібридністю можна розуміти й поєднання живого виконання з записами. Сьогодні на концертах майже норма - наявність бекінг-треків, семплів, електронних партій, які не виконуються наживо. Звукорежисер відповідає за відтворення цих елементів: часто використовують програми типу Ableton Live, що запускають плейбек по кліку, або вбудовані плеєри в цифрових консольях. Він стежить за рівнями, щоб живі інструменти і плейбек злилися органічно. Особливо уважно слід віднести доклік-треків і моніторингу: музиканти, які грають під запис, мають чути метроном і плейбек чітко в темпі - тому робота моніторного інженера критична. Будь-який збій (затримка плейбеку, зупинка) може зірвати номер, тож часто ставлять дублюючі системи відтворення (два ноутбуки A/B).

3.4. Робота в команді: звукорежисер, технічний персонал, виконавці

Жоден, навіть найдосвідченіший звукорежисер, не працює ізольовано - успіх концертного звуку залежить від командної взаємодії. Комунікаціями звукорежисером, його звуковою командою, іншими технічними службами та артистами є визначальною частиною професії.

Передусім, у великих проектах є розподіл ролей всередині аудіо-команди: ФОН-інженер, моніторний інженер, системний інженер, іноді окремо мікрофонний технік. Всі вони мають координувати дії. Наприклад, системний інженер налаштував PA - передав ФОН-інженеру дані про оптимальний рівень, будь-які обмеження (чи варто уникати надмірного басу якщо є резонанси). Моніторний інженер домовляється з ФОН щодо розподілу частотних діапазонів (щоб, скажімо, ФОН не "випилював" важливу частоту для моніторів). На мультifestивалі кілька звукових команд різних артистів змушені працювати на одній системі - тут особливо важливо поважати налаштування одна одної і дотримуватися домовленостей (час саундчеку, хто які канали використовує, не чіпати «не свої» налаштування і т. д.).

Звукорежисер взаємодіє з іншими технічними службами: світло, сцена, режисери, продюсери. Наприклад, під час шоу може бути сигнал на звукорежисера від сценічного менеджера щодо затримки початку через технічну паузу - треба оперативно зреагувати (поставити фон музику, оголосити затримку тощо). При підготовці шоу звукорежисер часто бере участь у плануванні саундчеків та репетицій: узгоджує з продюсером, скільки часу потрібно, щоб розставити мікрофони, перевірити інструменти, провести лінійний прогін.

Особливу увагу слід приділити комунікації звукорежисера з виконавцями (музикантами, артистами). Тут важлива і технічна, і психологічна сторона. На етапі саундчеку звукорежисер обговорює з музикантами їхні потреби: які інструменти в монітор хочуть, наскільки гучно. Хороший моніторний інженер буде на ім'я знати кожного музиканта і його побажання. Навіть проста річ - звертатися по імені - будує довіру [1]. Артисти повинні відчувати, що звукорежисер на їхньому боці, що "всі мають одну мету - зробити шоу чудовим" [1]. Якщо вокаліст просить "менше ревербу на голос" або гітаристу бракує його соло в моніторі - реакція має бути спокійна, доброзичлива і професійна. Як пише Neal Miskin, не можна піддаватися паніці чи проявляти роздратування - навіть у стресових ситуаціях варто тримати голову холодною [1]. Стрес звукорежисера передається іншим і лише погіршує роботу.

Часто спілкування під час виступу відбувається жестиами або за допомогою спеціальних систем. Наприклад, музиканти можуть показувати рукою "вгору/вниз" для гучності певного інструменту (вокаліст торкається вуха і показує великим пальцем - означає, підкрити мій вокал в моніторі).

Звукорежисер має знати ці сигнали і швидко реагувати. У професійних турах прийнято використовувати talkback мікрофони: на ФОН-пульті і на моніторному є мікрофони, по яких інженери можуть говорити в вухо музикантам (якщо ті в IEM) або в окремі кулісні колонки - даючи вказівки чи реагуючи на запити [6]. Музиканти також можуть мати маленький мікрофон, щоб говорити до звукорежисера між піснями (наприклад, "гучніше клавішні") [6]. Такі канали не йдуть у загальний звук, але суттєво допомагають швидко обмінятися інформацією навіть під час шоу.

Відносно звукорежисера з артистом будуються на довірі і взаємній повазі. Найкраще, коли кожен розуміє роль іншого: виконавець знає, що звукорежисер прагне якнайкраще донести його музику і тому робить зауваження не з критики, а щоб покращити шоу; а звукорежисер усвідомлює, що вимогливість артиста до звуку - це не примха, а частина їхнього самовираження. Як радять досвідчені техніки, не можна ставити его вище справи: слід прислухатися до побажань, навіть якщо не згоден, і знайти компроміс [1]. Якщо виникають проблеми (скажімо, артист незадоволений балансом), краще спокійно обговорити після саундчеку і спробувати виправити, ніж вступати в конфлікт.

Окремо варто згадати про роботу з оркестрами та класичними виконавцями, коли ті залучені у звучання з підсиленням (наприклад, симфонічне шоу з рок-гуртом). Тут звукорежисер має бути ще й дипломатично підкованим: класичні музиканти не звикли до підсилення, можуть скептично ставитися до мікрофонів. Пояснення, навіщо потрібен той чи інший мікрофон, і показати, що це не "зіпсує" їх звучання, а навпаки - донесе до зали, є частиною завдання. Комунікація зі звукорежисером оркестру/диригентом також ключова: погодити, які інструменти підсилювати, чи потрібні симуляції реверберації тощо.

В сучасній концертній індустрії також велика увага до безпеки слуху. Команда звуку повинна спільно контролювати рівні, щоб не нашкодити ні публіці, ні музикантам. Моніторний інженер стежить, щоб монітори не кричали надміру (багато хто переходить на in-ear монітори саме щоб унеможливити слух). ФОН-звукорежисер, крім юридичних норм, також морально відповідальний за громкість - довготривале перевищення 100-105 дБ може спричинити дискомфорт. Тому нині часто впроваджують LAeq заміри (середній рівень за 15 хв) і м'яко обмежують звук. У цьому питанні потрібна комунікація з організаторами: узгодити, який пік дозволено, і інформувати артистів, якщо не можна голосніше через закон.

Підсумовуючи, практична робота звукорежисера - це мікс інженерії та людського фактору. Він має володіти технічними знаннями для налаштування складних систем, адаптивністю до різних просторів (від маленького клубу до стадіону), а також м'якими навичками:

комунікабельністю, стресостійкістю, вмінням працювати в команді, швидко вирішувати конфлікти. Як зазначають багато фахівців, успішний звукорежисер - це командний гравець, який спільно з іншими творить єдиний цілісний захід, де звук гармонійно поєднаний з усіма елементами шоу.

Висновки до Розділу III

Практичні аспекти роботи звукорежисера у концертних комплексах охоплюють широке поле компетенцій:

1. Технічне планування і налаштування: звукорежисер має розуміти принципи розміщення акустичних систем, володіти інструментами моделювання і вимірювання звуку, щоб підготувати систему під конкретний простір. Правильна інсталяція (кут підвісу, затримки, еквалізація) забезпечує рівномірне та якісне звучання, що є базою для успішного міксування.

2. Робота на відкритому повітрі: open-air концерти ставлять особливі вимоги - покриття великих площ, боротьба з вітром і шумовими обмеженнями, забезпечення гучності без відбивань. Звукорежисер використовує розподілені системи (delay-вежі) та сучасні спрямовані масиви, а також планує звук з урахуванням нормативів, часто в співпраці з акустиками для моніторингу шуму [15]. Успішне проведення фестивалю чи стадійного концерту вимагає і технічних, і організаційних зусиль (логістика, погодні плани).

3. Гібридні формати: сучасний звукорежисер дедалі частіше одночасно працює і на живу публіку, і на медіаканали (трансляції, запис). Це потребує паралельного створення декількох звукових балансів та інтеграції з іншими системами (відео, світлом). Іншими словами, він стає частиною мультимедійної команди, розуміючи мову суміжних спеціалістів. Також зростає значення роботи з плейбеками, електронними елементами - необхідні навички користування секвенсорами, синхронізації за часом і т.д.

4. Командна взаємодія і комунікація: звукорежисер є зв'язуючою ланкою між артистами і технічним забезпеченням. Від його вміння налагодити контакт з музикантами залежить, наскільки комфортно ті почуватимуться на сцені і чи зможуть розкритися творчо. Добра комунікація під час саундчеку - запорука вдалої вистави: важливо уважно вислухати побажання виконавців, відкоригувати монітори, пояснити особливості простору. Повага і спокій - ключові принципи (не дарма практики радять не панікувати і "не бути всезнайкою") [1][1]. З іншого боку, звукорежисер координує дії з колегами-інженерами (моніторним, системним), а також реагує на сигнали від сценічних менеджерів, світлорежисерів (наприклад, вчасно дати потрібний трек чи вимкнути музику для оголошення). Командна робота забезпечує узгодженість всіх компонентів шоу.

5. Адаптивність і вирішення проблем: реальність концертів - це постійно змінні умови і можливі нештатні ситуації (технічні несправності, затримки, зміни плану). Професійний звукорежисер готовий до цього: має запасні плани (резервні мікрофони, дубльований плейбек), швидко шукає рішення (наприклад, якщо один кластер вийшов з ладу - компенсує іншим, перенастроїть мікс). Важливо зберігати холодний розум, бо паніка може привести до помилок, як і для інженера, так і для артистів.

Таким чином, практична діяльність звукорежисера - це синтез технічного знання, досвіду та soft skills. Від підготовки технічного райдеру до останнього бісу концерту звукорежисер супроводжує увесь процес звучання, виступаючи одночасно інженером, менеджером і творцем звукової картини. Його компетентність визначає, чи буде геніальна гра музикантів почута і оцінена глядачами, тобто є критичним фактором успіху будь-якого концертного комплексу.

Висновки

Дослідження теми "Особливості роботи з концертними комплексами у контексті звукорежисури" дозволило комплексно розглянути питання розвитку архітектурно-акустичних просторів для музики, еволюції професії звукорежисера та сучасних практичних підходів до забезпечення звуку на концертах. На основі проведеного аналізу можна сформулювати такі узагальнені висновки:

1. Історична динаміка взаємодії архітектури і технологій звуку. Розвиток концертних комплексів невіддільний від поступу звукових технологій. У акустичну еру (до появи підсилювачів) архітектори були змушені забезпечувати оптимальну чутність через форму і матеріали залів - ці зали досі цінуються за свою природну акустику. Впровадження електронного звукопідсилення у XX ст. радикально розширило масштаби концертів (виникли фестивалі, стадіонні тури), проте поставило нові завдання: необхідність придушувати небажані акустичні ефекти приміщень (ехо, реверберація), адаптувати системи до різних майданчиків. Як наслідок, концертна індустрія привела до синтезу архітектурної акустики та електроакустики - сучасні зали будуються вже з урахуванням вбудованих звукових систем, а історичні - модернізуються (приклад: Royal Albert Hall, де встановлено розгалужену систему з 465 динаміків для покращення розбірливості) [7; 13]. На межі XX-XXI ст. з появою цифрових та мережевих технологій простежується тенденція до іммерсивності: концертні комплекси оснащуються багатоканальними системами, що дозволяють створювати 3D-звукові поля, і навіть електронними засобами регулювання акустики залу "на льоту". Все це - наслідок зростаючого запиту публіки на високу якість і "ефект присутності" у звучанні, а також бажання митців розширити палітру засобів виразності звуку.

2. Еволюція ролі і компетенцій звукорежисера. Історично функції, близькі до звукорежисерських, виконували різні спеціалісти: архітектори-акустики при проектуванні залів, інженери ранніх радіостудій, техніки, що обслуговували перші кінотеатри та гучномовці. Окрема професія концертного звукорежисера оформилася у роки становлення живого підсиленого звуку (60-70-ті роки XX ст.), коли складні концертні системи вимагали постійного управління під час шоу. Відтоді роль звукорежисера безперервно розширюється. Сьогодні це не просто "людина за пультом", а багатопрофільний фахівець, який:

1. Бере участь у плануванні оснащення майданчика або туру (визначає необхідні системи, їх конфігурацію, оптимізує під приміщення).

2. Забезпечує технічну реалізацію звуку: від налаштування обладнання (мікрофони, маршрутизація сигналів, налаштування процесорів) до міксування під час виступу.

3. Виконує роль саунд-дизайнера - особливо в іммерсивних чи театралізованих проектах, де створює звукові ефекти, просторові образи, працює зі спеціальними аудіооб'єктами.

4. Скомунікатором між технічним світом і творчим: розуміє мову інженерних параметрів і водночас музичні терміни та художні вимоги артистів. Вміння перекладати потреби виконавця (наприклад, "хочу атмосферніше звучання") у технічні дії (налаштування ревербератора) - ознака професіоналізму.

5. Підтримує менеджмент та командну роботу: координує звукову бригаду, вирішує конфлікти в режимі реального часу, приймає відповідальні рішення щодо безпеки (наприклад, зниження рівня при ризику перевищення норм або зупинка шоу при технічній аварії).

Еволюція компетенцій вимагає від звукорежисерів постійного навчання. Технології, що з'явилися у останні десятиліття - цифрові консолі, програмне моделювання акустики, аудіо по мережах, бездротові системи, об'єктно-орієнтований звук - стали невід'ємною частиною роботи. Сучасні звукорежисери використовують ці інструменти для досягнення головної мети: максимально точно донести художній задум виконавців до слухача з урахуванням особливостей простору. Таким чином, роль звукорежисера трансформувалася від суто технічної до творчо-технічної: він є співавтором концертного дійства, відповідальним за його звукову складову.

3. Інноваційні рішення в акустичних просторах і звукових системах. Вивчення конкретних реалізацій (кейси Royal Albert Hall, Musis Arnhem, Shaanxi Grand Theater, НПМ "Україна") показало, що сьогодні успішний концертний комплекс - це синтез архітектурних інновацій та новітніх аудіотехнологій. Серед ключових тенденцій:

- Рівномірне покриття і спрямованість звуку: використання лінійних масивів та розподілених систем для досягнення однакової якості звуку на кожному місці залу. Наприклад, в Альберт-холі додано окремі кластери для кожного ярусу, що усунуло мертві зони [7]. У великих театрах (Shaanxi) - багатокомпонентні системи з центральним, фронтальним, бічним та сабвуферними каналами для повного охоплення [14].

- Змінна акустика приміщень: впровадження архітектурних елементів, що дозволяють змінювати час реверберації та характер відлуння залу (пересувні панелі, завіси, розсувні стіни). У Musis Arnhem це реалізовано комплексно: і механічні панелі, і скляна відчинена стіна, а звукова система L-Acoustics адаптована до двох режимів роботи [4; 8]. Це розширює функціонал залу, робить його придатним і для акустичних, і для естрадних подій.

- Об'ємні та іммерсивні аудіосистеми: застосування технологій просторового звуку (наприклад, d&b Soundscape, L-ISA). Хоча розглянуті кейси лише побіжно згадують такі системи (через свою новизну), спостерігається їх поступове входження. У RAH є ознаки використання іммерсивних підходів - моделювання реверберацій від знаменитих залів і розташування випромінювачів навколо слухачів [7]. Це вказує на майбутнє, де концертні комплекси зможуть забезпечувати не просто стерео, а повне 360° занурення слухача у звук, що особливо актуально для жанрів, де локалізація і натуральність важливі (опера, театральні вистави, інтерактивні шоу).

- Інтеграція мережевих та цифрових рішень: практично всі сучасні інсталяції базуються на цифровому передаванні сигналів (Dante, AVB) та централізованому керуванні. Це підвищує надійність (резервування шляхів) і гнучкість (легке підключення додаткових пристроїв, дистанційний доступ для діагностики). У RAH саме завдяки продуманій цифровій інфраструктурі вдалося реалізувати масштабне оновлення без перерви у концертній діяльності [13].

- Пристосування до національних потреб і умов: український приклад (Палац "Україна") показує, що впровадження світових технологій потребує врахування локального контексту - навчання персоналу, сервісної підтримки, поступового оновлення. Результат - підвищення якості звуку на місцевому ринку, стимулювання розвитку інфраструктури (після успіху Палацу інші майданчики України почали активніше інвестувати в звук). Отже, технологічні інновації мають мультиплікативний ефект, поширюючись від окремих флагманських комплексів до загального професійного середовища.

4. Практична методика забезпечення звуків концертних комплексів сьогодні є добре структурованою і науково обґрунтованою. Багато процесів стандартизовані:

- Проведення акустичного аналізу (вимірювання RT60, модальних частот) перед встановленням системи.

- Використання калькуляційних програм для розрахунку покриття і максимального рівня звуку на різних відстанях.

- Застосування методик налаштування - зокрема, метод "поступового вирівнювання" (tuning by sections), коли спершу налаштовують основні масиви на одиничний сигнал (шум, імпульс), потім додають сабвуфери з корекцією фази, далі фронт і затримки. Це стало частиною професійного знання, яке публікується у вигляді посібників (напр. Handbook of Sound System Design - Eargle, ресурси AES тощо) і передається через семінари виробників [11].

- Управління динамікою і захист слуху: практично на кожному великому концерті тепер здійснюється моніторинг рівнів (LAeq). Звукорежисери навчилися отримувати суб'єктивно гучний звук, не перевищуючи нормативів, зокрема за рахунок контурної евалізації (акцент на частотах, більш чутливих до людського сприйняття), психоакустичних ефектів. Це відповідає глобальному тренду підвищення усвідомленості щодо шумового впливу на здоров'я.

- Взаємодія систем "живого" та "медіа" звуку: розроблені алгоритми суміщення - наприклад, калібрування часового зсуву між живим звуком і звуком у телеетері, щоб уникнути відлуння на стадіонах (де глядачі можуть чути і пряму мову зі сцени, і її відлуння з трансляції). Звукорежисери та акустики співпрацюють у міждисциплінарних командах, щоб вирішити такі задачі.

- Безперервне удосконалення навичок комунікації: у професійній спільноті звукорежисерів багато уваги приділяється тренінгам "софт-скілз" - як ефективно спілкуватися з артистами, як поводитися в стресі. Це стало таким же важливим аспектом, як і технічна майстерність, адже конфлікти або непорозуміння можуть звести нанівець усі технологічні переваги. Спільна мета всіх учасників - якісне шоу - досягається тільки за умови синергії зусиль і доброзичливої атмосфери в команді [1].

5. Український контекст і перспективи. В Україні, як і в усьому світі, помітний прогрес у сфері концертного звуку: впроваджуються сучасні системи (приклад - перша в Україні L-Acoustics K3 в Emily Event Hall, 2021), з'являються локальні виробники акустичних систем, активно розвивається ринок оренди звукового обладнання для фестивалів [10]. Наукові та освітні установи (кафедри звукорежистури, курси AES) все більше уваги приділяють тематичі архітектурної акустики залів, просторового звуку. Українські звукорежисери інтегруються у світову спільноту, беручи участь у міжнародних проєктах, здобуваючи досвід на закордонних майданчиках і привозячи знання додому. Національні концертні комплекси поступово модернізуються: окремі театри та філармонії проводять акустичні реконструкції (наприклад, заміна крісел та обробка в Театрі ім. Заньковецької у Львові для поліпшення акустики) [2]. Водночас, виклики залишаються: необхідно оновлювати застарілу матеріально-технічну базу в регіонах, впроваджувати стандарти безпеки звуку, готувати кадри.

Перспективи галузі пов'язані з подальшою цифровізацією та мережевою інтеграцією: можливо, незабаром різні системи в залі (звук, світло, навіть клімат-контроль) будуть працювати узгоджено на єдиній платформі керування, а звукорежисер стане частиною ще більш широкій команді керування "розумним" концертним простором. Також очікується розширення застосування віртуальної та доповненої реальності концертів - коли глядачі зможуть пережити імерсивний досвід не лише через звук і світло, а й через VR/AR, а звукорежисер відповідатиме і за цей вимір (приклади вже є: VR-концерти, голографічні виступи, де звукова доріжка спеціально міксується під 360° відео).

Підсумовуючи, робота зі звуком у концертних комплексах - це сфера, де традиції зустрічаються з інноваціями. З одного боку, основні принципи - забезпечити чистоту, розбірливість, достатню гучність та емоційне забарвлення звуку для кожного слухача - залишаються незмінними від давньогрецького амфітеатру до ультрасучасної арени. З іншого боку, засоби досягнення цієї мети кардинально змінилися і продовжують змінюватися: сучасний звукорежисер має у розпорядженні потужні технології, про які ще кілька десятиліть тому не могли мріяти, але й аудиторія очікує рівня якості, немислимого раніше. Це ставить професію звукорежисера в ранг висококваліфікованих і творчих спеціальностей, що потребують одночасно інженерної точності й мистецького чуття. Концертний комплекс у XXI столітті - не просто будівля чи набір апаратури, це живий простір, "інструмент", на якому звукорежисер разом з виконавцями "грають", даруючи публіці унікальний звуковий досвід. Завдяки грамотній роботі з такими комплексами, сьогодні ми можемо насолоджуватися музикою будь-яких жанрів у будь-яких умовах - від камерних залів до багатотисячних стадіонів - відчуваючи себе безпосередніми учасниками дійства і відкриваючи для себе нові грані звуку.

Список використаних джерел

1. A Soundman's Guide to Communicating with Musicians. URL: <https://www.makingascene.org/a-soundmans-guide-to-communicating-with-musicians/> (date of access: 08.01.2025).

2. Analysis of the Acoustic Parameters of the Maria Zankovetska Theatre in the Lviv Before and After Modernisation of the Audience. URL: https://www.researchgate.net/publication/331314040_Analysis_of_the_Acoustic_Parameters_of_the_Maria_Zankovetska_Theatre_in_the_Lviv_Before_and_After_Modernisation_of_the_Audience (date of access: 15.01.2025).

3. Jon Burton - Prodigy Outdoor Sounds - Engineering Sound for Festival Events. URL: <https://www.soundonsound.com/people/jon-burton-prodigy-outdoor-sounds-engineering-sound-festival-events> (date of access: 22.01.2025).

4. L-Acoustics Creates Sound Revolution at Historic Muis Arnhem. URL: <https://www.installation-international.com/case-studies/l-acoustics-creates-sound-revolution-at-historic-muis-arnheim> (date of access: 29.01.2025).

5. L-Acoustics V-DOSC Installed into Ukraine's Leading Concert Hall. URL: <https://soundforums.net/news/l-acoustics-v-dosc-installed-into-ukraines-leading-concert-hall-191240/> (date of access: 10.02.2025).

6. Live Sound Communications Techniques. URL: <https://www.prosoundtraining.com/2011/03/14/live-sound-communications-techniques/> (date of access: 12.02.2025).

7. London's Royal Albert Hall: Transforming the sound of a world-class venue. URL: <https://www.whathifi.com/features/londons-royal-albert-hall-transforming-the-sound-of-a-world-class-venue> (date of access: 23.02.2025).

8. Muis Sacrum / Van Dongen-Koschuch. URL: <https://www.archdaily.com/901011/muis-sacrum-van-dongen-koschuch> (date of access: 01.03.2025).

9. Muis Sacrum Concert Hall - Merford. URL: <https://www.merford.com/en/projects/muis-sacrum-concert-hall> (date of access: 04.03.2025).

10. Pioneering Ukrainian Concert Hall Stays Open Amid War. URL: <https://www.avinteractive.com/news/audio/pioneering-ukrainian-concert-hall-stays-open-amid-war-09-11-2022/> (date of access: 27.04.2025).

11. Principles of Speech and Music Processing. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4757-5936-5_12 (date of access: 18.03.2025).

12. Review: Sphere - Reengineering the Concert Experience. URL: <https://www.rochester.edu/newscenter/review-summer-2024-sphere-reengineering-concert-experience-613942/> (date of access: 27.03.2025).
13. Royal Albert Hall Auditorium Upgrade. URL: <https://www.fast-and-wide.com/faw-news/12563-royal-albert-hall-auditorium-upgrade> (date of access: 27.04.2025).
14. Shaanxi Grand Theater China: L-Acoustics. URL: <https://www.l-acoustics.com/customer-stories/shaanxi-grand-theater-china/> (date of access: 01.04.2025).
15. The Challenges of Audio for Outdoor Events. URL: <https://www.installation-international.com/business/the-challenges-of-audio-for-outdoor-events> (date of access: 07.04.2025).
16. The History of Live Sound. Part 1. URL: <https://pro.harman.com/insights/av/the-history-of-live-sound-part-1/> (date of access: 18.04.2025).
17. The History of Live Sound. Part 2. URL: <https://pro.harman.com/insights/av/the-history-of-live-sound-part-2/> (date of access: 20.04.2025).
18. The Sound of U2's Vegas Show: A Spherical Miracle. URL: <https://www.mixonline.com/live-sound/venues/the-sound-of-u2s-vegas-show-a-spherical-miracle> (date of access: 24.04.2025).
19. The Sphere in Las Vegas: Popular Mechanics Overview. URL: <https://www.popularmechanics.com/technology/infrastructure/a45499347/las-vegas-sphere/> (date of access: 26.04.2025).