

## РЕЦЕНЗИЯ

От проф. д-р Кремена Ангелова,  
Национална музикална академия „Проф. Панчо Владигеров“

За дисертационен труд на тема  
„IMMERSIVE AUDIO (ТРИИЗМЕРЕН ЗВУК) В КОНТЕКСТА НА  
ОБУЧЕНИЕТО ПО ЗВУКОВИ ТЕХНОЛОГИИ“

за присъждане на научна и образователна степен „Доктор“ по  
професионално направление 1.3. Педагогика на обучението по...

Методика на обучението по музика  
с научен ръководител доц. д-р Христо Карагъзов

Стоян Бозов е част от преподавателския екип на Факултета по науки за образованието и изкуствата на Софийски университет от 2023 г. Завършва бакалавърската си степен в специалност „Музикални медийни технологии и тонрежисура“ през 2021 г., а през 2022 година се дипломира в магистърска програма „Музикален и арт мениджмънт“. Прави впечатление активната му професионална работа в различни направления – освен преподавателската си работа в СУ, Бозов е добре познат като изпълнител-китарист и аранжор, но за мен най-интересна остава работата му като консултант и техническа поддръжка в Audio-Technica Central Ltd Budapest, с които организира различни събития у нас.

Темата на дисертационния труд е актуална, но за съжаление още в заглавието може да се отбележи липсата на ясно терминологично разграничаване по отношение на съвременните звукови формати, както и употребата на английски термин при утвърден български такъв – имерсивно аудио. Това не е първа разработка по темата у нас, като подобни дисертации и магистърски тези със специално въведен ясен понятиен апарат съществуват от 2010 г. насам в научно-изследователската работа на специалност „Звукорежисура“ в НМА. Прави впечатление и фактът, че дисертационен труд със силно технологична тематика е обект на разработване в ПН 1.3., въпреки ясно указания още в заглавието педагогически подход към темата.

Трудът обхваща 200 страници текст и изображения с увод, четири глави, заключение, приложение и библиография.

Уводът въвежда в темата и дефинира целите, обекта и предмета на дисертационния труд. Направен е опит за въвеждане на понятиен апарат, който за съжаление не съдържа понятия свързани с имерсивния звук, а диференцирането на канално и обектно-базираната информация в 3D

форматите е неправилно и говори за непознаване на спецификата в областта. В имерсивното аудио двата типа информация съществуват паралелно, включително с инкорпорирани НОА компоненти.

Четирите глави на дисертацията са небалансирани, като най-голям обем заема втората глава – 124 страници, което е почти 2/3 от труда, а глави три и четири са разположени съответно на 6 и 7 страници.

Първа глава се занимава с исторически преглед на темата, описвайки всички съществуващи формати за пространствено аудио. За съжаление голяма част от коментарите са далеч от професионалните схващания в областта в европейски и световен контекст. Текстът е базиран основно на теоретични разработки, но за съжаление част от разбиранята на докторанта по отношение на звуковите формати са неправилни. Считам, че използваната литература не включва необходимите базови източници на информация по отношение на пространствените формати и това е довело до значителни проблеми в изложението.

Стоян Бозов обръща значително внимание на монофоничния звук, като го разглежда и оправдава в историческа перспектива, като художествен похват, както и от гледна точка на общоприетите у нас начини за запис на единичен звукоизточник с един микрофон.

Правят впечатление няколко неточни твърдения:

- *Стр. 13: „Така, макар да е монофоничен по природа, всеки източник се възприема стереофонично, благодарение на бинауралния слухов апарат на човека.“* Монофоничният звук се възпрема бинаурално, а не стереофонично, тъй като стереофонията (може би авторът има предвид двуканалната стереофония) е пространствен звуков формат за възпроизвеждане, а не резултат на възприятието на звука.
- *Пак там: “Това се дължи на факта, че в естествена среда чистата монофоничност практически не съществува.“* Отново липса на диференциране на процесите на звуковъзпроизвеждане и слухово възприятие.
- *Пак там: „В повечето случаи тези канали се позиционират централно в стереофоничното пространство, т.е. сигналите се подават еднакво към левия и десния канал, като се възприемат като един-единствен звуков източник.“* При работата в моноформат всички звукоизточници се възприемат като отделни, единствено позицията им, при възпроизвеждане с два звукови монитора съвпада в пространството. При моно възпроизвеждане, въпреки липсата на всякаква пространствена измеримост (монофонията е на практика 0D), е възможно на базата на ниво разлики, време закъснения, честотна обработка и реверберация, да се постигне усещане за

разположение на звукоизточниците в дълбочина, похват, който се използва и в двуканалната стереофония, независимо от липсата на второ измерение.

В текста за стереофонията отново липсват базови понятия и диференциране на звуковъзпроизвеждането от слуховия процес. Напълно невярно е твърдението че съществуват естествена и изкуствена стереофония, както и наричането на втората „панпот стерео“. Панпот стереофоничните микрофонни системи на практика кодират латералното разположение на звукоизточниците с употреба на 5 или повече микрофона, разположени пред тях. Тази техника се използва предимно за големи ансамбли, като до скоро БНР поддържаше такава панорамна система в зала „България“.

Стереофоничните пространствени звукови формати следва да бъдат разглеждани като двуканална стереофония (1D – едноизмерно латерално възпроизвеждане), многоканална стереофония (2D – двуизмерно възпроизвеждане, познато като сърраунд, което се реализира в различни системни конфигурации) и многоканална стереофония с височинна компонента (2 1/2D – предшественик на триизмерния звук). Терминът „микрофонен масив“ следва да се замени с „микрофонна система“ (microphone array), а „звуково тяло“ със „звук монитор“ (sound monitor). Именно такава е професионалната класификация и терминологична система по отношение на пространствените стереофонични формати на звуковъзпроизвеждане. По този въпрос включително професионални текстове на български език могат да бъдат намерени в интернет пространството.

Информацията по отношение на имерсивното аудио също е непълна и не изяснява основния принцип на 3D форматите. На първо място, изброените от докторанта формати не са нови – въведени са в практиката преди повече от десетилетие, а научните разработки за тях съществуват от още по рано. Сред изброените формати са пропуснати Hamasaki 22.2, както и WFS (wave field synthesis), а бинауралното аудио е неправилно причислено в тази категория – то съществува като отделен тип стереофония със собствена специфика и правила, тъй като е базирано на интерслухова кроскорелация (IACC) на сигналите и не предполага екстернализация на фантомните звукоизточници.

Форматите, изброени на 22 и 23 страница от труда са различни като брой на предаваните измерения – някои са 3D, а други само ползват височинна компонента. При разработването им имерсивността, заедно с обгръщането (envelopment) и възприеманата ширина на звукоизточника (ASW – apparent source width) бяха само характеристики на възприеманата звукова картина,

но с времето, поради сложността на кодиране и декодиране на информацията и необходимостта от създаване на универсализирани файлове от контейнерен тип за пренасяне на информацията и метаданните, голяма част от форматите отпаднаха. Към момента основната конфигурация за работа е 7.1.4, условно наричана Dolby Atmos, а всички пространствени формати, които ползват конфигурации с височинна компонента са обединени под названието *имерсивни звукови формати*.

В следващите страници, до края на главата, докторантът се фокусира върху изреждане на отдавна известни и описани, включително и на български език приложения на имерсивния звук, формати за гръмкост (които между впрочем са еднакво валидни и за двуканалната стереофония), плъгини за смесване, приложение на имерсивните формати на дневна база, както и някои базови психоакустични принципи, приложими при превеждането на имерсивното аудио в бинаурален формат. Считам, че тази концепция все още не е изяснена в понятийната система на Бозов, тъй като в труда могат да се намерят твърдения за слушане на Dolby Atmos на слушалки.

Освен концепциите за HRTF и HRIR, следва да се има предвид и значението на помещението и насложеното звуково поле, което се отразява в измерването и интегрирането на BRIR при конвертирането на имерсивните формати в бинаурално аудио.

Отново сериозен обем неточна терминология, която няма да коментирам в детайли.

Втора глава на труда започва с твърдението, че не съществува литература на български език по темата, което е частично вярно, тъй като тя не е обект на публично ползване. Научни статии по въпроса, обаче, могат да бъдат намерени в глобалното пространство, а авторите могат да предоставят и допълнителна информация – характерен начин на контакт в научните среди. По-смуцаващо е твърдението на докторанта, че чуждестранните източници по темата са оскъдни, което налага ползване на електронни ресурси. Не мога да коментирам защо колегата стига до този извод, но това е причината в библиографията му да отсъстват базови трудове и имена като Франсис Ръмзи, Хюнок Лий, Кимио Хамасаки, Дейвид Гризинджър, Франц Зотър, Акира Фукада, както и носители на награди Грами за имерсивно аудио в последните години като Мортен Линдбърг и Джим и Улрике Андерсон. Наскоро приключи огромно световно изследване на системите за запис и възпроизвеждане на имерсивно аудио, а резултатите са публично достъпни. Препоръката ми за в бъдеще е за по-задълбочен подход при проучването на литературата и консултация с външни експерти.

Подраздел 2.3. във втора глава излага вижданията на докторанта по отношение на въвеждането на обучение по имерсивно аудио в образователните програми по музикални технологии. Не мога да не се съглася с твърденията за необходимостта от подобни програми, както и за необходимостта от по-тясна връзка на образователния процес с индустрията, но бих искала да отбележа няколко важни пункта:

- Обучението за работа с имерсивни звукови технологии не може да бъде самоцелно. То трябва да се базира на добро познаване на всички принципи на пространствената и музикалната акустика, психоакустиката, развитие на слухови умения за работа със различните формати, както и наистина добро познаване на технологията и основанията за използването ѝ. Никъде в дисертацията не са указани принципите на звукозапис при имерсивните формати, които имат своя специфика и трябва да се базират на богат слухов опит;
- Водещите висши училища в Европа и по света продължават да обучават първоначално и доста продължително в двуканална стереофония, защото създаването на слухови критерии и усвояването на професионални методи за работа е изключително добра база за развитие на правилни умения в имерсивното аудио. Препоръчвам да прегледате учебните програми на звукорежисьорите в mdw, Детмолд, Берлин, Съри.
- Изграждането на имерсивна система за звуковъзпроизвеждане се подчинява на ясни правила, които определят големината и насочеността на звуковите монитори, тяхното разположение както и начина им на взаимодействие, тъй като поради бинауралния характер на човешкия слух, локализацията в многоканалните система става по двойки звукови монитори. Много важен елемент за реалното използване на тази система е тя да е в тясна връзка с методите на звукозапис, което предполага и подходящо реверберантно помещение, доста голям брой качествени микрофони и професионален опит (поне на преподавателя).

Използването на случайно изградени системи, без връзка с първоначалната идея за звукозапис и добри слухови умения, е подмяна на смисъла и значението на крайния резултат.

В останалата част главата предлага практически съвети за обработка на помещение, хардуерно и софтуерно изграждане на имерсивни звуковъзпроизвеждащи системи, както и множество коментари, от които личи наличие на опит в областта у докторанта.

Трета и четвърта глава предлагат методически модел за обучение на студенти в имерсивна среда, както и резултати от проведен експеримент за проверка на модела. Считаю, че именно тази част от дисертацията докторантът можеше да разгърне значително по-широко и да постави по-ясни параметри на изследването. Предложените критерии за оценка не съответстват на професионалните критерии за оценка на пространствен звук, описани в стандартизационни документи и рекомендации. Липсва оценка на поведението на звукоизточниците в медиалната равнина, а идеята за наличие на звукоизточници над главата на слушателя е несъстоятелна предвид слабата разделителна способност на човешкия слух по отношение на ъгъла на елевация. Е

Не приемам предложението като първи принос от докторанта, *„Направен е исторически обзор, при който се проследява развитието в областта на обемния звук (следва да бъде пространствения звук)– едно, две и три-дименсионален – от ерата на монофонията до наши дни, като са разгледани и неуспешните експерименти в тази посока за целия период, както и защо са се провалили – социални, технологични и естетически причини.“*, тъй като обзорът и изводите са неточни, информацията не е достатъчно задълбочена, а категоризирането на промяната на технологичните средства с по-нови като „провал“ е наивно и несъществено.

Предложените насоки и препоръки за бъдещо обучение, а именно индивидуализиран подход, фокус върху креативността и наличие на практически часове са всъщност базови и съществуват в традиционното музикално и звукоорежисьорско образование у нас. Може би следва те да бъдат интегрирани в работата на една значително по-млада специалност като „Музикални медийни технологии и тонрежисура“ на ФНОИ, което аз приветствам горещо.

В заключение, въпреки неточния характер на предлаганата професионална информация и липсата на ясна терминология, Стоян Бозов е проявил усърдие в събирането на информацията и нейното представяне, а изложението и практическото изследване потвърждават работната му хипотеза. Предлагам на научното жури да оцени достойно труда на ас. Стоян Бозов и да му присъди научната и образователна степен „Доктор“ по професионално направление 1.3. Педагогика на обучението по... Методика на обучението по музика.

27.11.2025 г.

Проф. д-р Кремена Ангелова