

РЕЦЕНЗИЯ

от доц. д-р Христо Карагъзов, преподавател в катедра „Музика и мултимедийни технологии“ при Факултета по науки за образованието и изкуствата (ФНОИ) на Софийския университет „Св. Климент Охридски“, член на научното жури, назначено със Заповед № РД-09-609/01.07.2026 г. на Ректора на НМА „Проф. Панчо Владигеров“

относно дисертационен труд на СТАНИМИР ТИХОМИРОВ ИВАНОВ, редовен докторант към катедра „Теория на музиката“ при Теоретико-композиторски и диригентски факултет на НМА „Проф. Панчо Владигеров“, за присъждане на образователната и научна степен „Доктор по музикознание и музикално изкуство“, професионално направление 8.3. „Музикално и танцово изкуство“

на тема:

„ЗВУКЪТ В ПРОЦЕСА НА ДИГИТАЛИЗАЦИЯ И ДИГИТАЛНА ТРАНСФОРМАЦИЯ В СЪВРЕМЕННИТЕ АУДИО-ВИЗУАЛНИ МЕДИИ“

Научен ръководител: проф. д-р Кремена Ангелова

1. Обща оценка на значимостта и актуалността на изследването Представеният дисертационен труд на Станимир Тихомиров Иванов представлява навременен, концептуално мащабен и технологично обоснован опит за изследване на една от най-критичните, но системно пренебрегвани зони в съвременната медийна наука – еволюцията на звуковия сигнал извън контрола на студийната среда. В епоха, в която мрежовата инфраструктура и дигиталната конвергенция диктуват правилата на аудио-визуалното разпространение, докторантът насочва своя изследователски фокус към пресечната точка между аудио производството, преносните мрежи (5G, IPTV), платформената алгоритмична обработка и крайния потребителски опит.

Актуалността на темата е безспорна от звукорежисьорска и инженерна гледна точка. Дисертацията адресира фундаментален технологичен парадокс: въпреки че дигитализацията предлага безпрецедентни възможности за обработка и съхранение на сигнала в студийна среда (DAW), последващата "дигитална трансформация" на дистрибуцията често деконструира ролята на тонрежисьора. Окончателните параметри на аудио продукта (динамика, честотен баланс, пространственост) се прехвърлят в ръцете на преносни мрежи, кодеци за компресия със загуби и автоматизирани DSP алгоритми (като тези в стрийминг платформите). Този преход превръща звука от автономно художествено произведение в зависим мрежов компонент. Всяко изследване, което анализира този технологичен тракт и последиците от него, може да бъде квалифицирано като притежаващо висока научно-приложна и експертна стойност.

Обектът и предметът на изследването са формулирани прецизно, обхващайки както чисто техническите процеси на цифрово кодиране и дистрибуция, така и социокултурните

изменения във възприятието на звука. Структурата на дисертационния труд (състоящ се от шест глави, заключение, терминологичен речник, списък с литература и общ обем от 218 страници) демонстрира ясна и логична архитектура. Изследователският подход градира възходящо – от изясняване на фундаменталните понятия за дигитализация и конвергенция, през хардуерния и мрежов анализ на съвременните комуникационни протоколи, до емпиричната проверка на аудио сигнала в реална потребителска среда.

2. Аналитичен прочит на теоретичната и методологична рамка (Първа и Втора глава)

Първа глава („Въведение“) поставя стабилни и конкретни методологични основи. Особено позитивно следва да се оцени ясното дефиниране на времевата рамка на изследването (2021–2025 г.). При анализирането на телекомуникационни и медийни технологии, които се развиват експоненциално (въвеждане на нови алгоритми за нормализация, ъпгрейд на мрежови капацитети), липсата на строг времеви маркер би лишила изводите от технологична релевантност. Формулираните цел и задачи са адекватни, а основната теза е концептуално защитима – дигиталната трансформация не се изчерпва с простата смяна на носителя, а генерира нови парадигми в потреблението и възприятието на звука, които налагат цялостна преориентация на аудио-визуалната индустрия.

Втора глава („Дигитализация и дигитална трансформация“) навлиза в теоретичната сърцевина на труда, правейки едно изключително важно техническо и концептуално разграничение, което служи като ос на цялото изследване. Докторантът правилно дефинира *дигитализацията* като техническия процес на аналогово-цифрово преобразуване (кодиране и съхранение), който прави възможна **модуларността на медийното съдържание**. Това освобождава звука от линейността на физическите носители. *Дигиталната трансформация*, от друга страна, е дефинирана като мащабната реорганизация на комуникационната екосистема – внедряването на цифрови технологии, които променят самите алгоритми на операциите и връзката с крайния потребител.

В този контекст, авторът успешно аргументира прехода „от технологична конверсия към функционална революция“. Звукотехническата експертиза на докторанта проличава в анализа на недеструктивния принцип на обработка в цифровите аудио работни станции (DAW) и еволюцията към обектно-базирано аудио (Dolby Atmos, MPEG-H). Много точно е отбелязано, че в тази нова парадигма звуковият микс се адаптира интелигентно (чрез метаданни и рендеринг в реално време) към различни конфигурации за възпроизвеждане, което драстично променя производствените работни потоци.

Изследователят правилно идентифицира „дигиталната конвергенция“ като процес, при който мултимедията се унифицира в пакетен IP-базиран поток от данни. В тази мрежова среда аудио потокът е принуден да съществува в една и съща инфраструктура с всички останали видове данни. Отличен пример, използван в дисертацията, е **смартфонът** като метафора и терминален продукт на тази конвергенция. За звукорежисьора това е ключово наблюдение – аудио съдържанието вече не се консумира в изолирана, акустично контролирана среда, а в „смесена и прекъсваема“ среда (push нотификации, разговори,

мултитаскинг), често през устройства с ограничени акустични възможности. Това създава изцяло нови психоакустични предизвикателства пред миксирането и мастеринга.

Дисертацията обръща внимание и на демократизацията на медийното производство (т.нар. prosumer култура) и превръщането на потребителските данни в структурен ресурс. Макар че в някои параграфи (например разглеждането на националните стратегии за ширококолов достъп, индекса DESI и мултиплексите) фокусът леко се разширява към макроикономически и политически проблеми на телекомуникациите, което временно отдалечава текста от прекия анализ на звука, това разширение е методически оправдано. То изгражда необходимата инфраструктурна рамка, без която би било невъзможно да се разбере защо и как платформите компресират и манипулират аудио сигналите на по-късен етап.

Втора глава завършва с ценен анализ на трансформациите в звуковата среда, доказвайки, че **дигитализацията преосмисля звука не като вторичен елемент спрямо изображението, а като автономен аналитичен обект.**

3. Инженерни аспекти на аудио дистрибуцията (Трета глава)

Трета глава на дисертационния труд („5G - мобилни мрежи от пето поколение“) осъществява концептуалния преход от теоретичните медийни парадигми към реалната технологична инфраструктура. Докторантът подхожда аналитично към 5G стандарта, разглеждайки го не просто като комуникационен канал за крайния потребител, а като активен производствен инструмент в съвременната телевизионна среда. Този подход е аргументиран чрез детайлен анализ на мобилните предавателни системи от типа на AVIWEST.

От звукоинженерна и системна гледна точка, дисертацията засяга изключително важен проблем, свързан с промяната в архитектурата на аудио-визуалния пренос при пряко излъчване (broadcasting). Анализирайки интеграцията на многомодемни архитектури и агрегация на мрежи (bonding), авторът коректно дефинира технологичния тракт, разчитащ на протоколи за адаптивен битрейт (SST протокол) и алгоритми за предварителна корекция на грешки (Forward Error Correction - FEC).

Стойността на този анализ се мултиплицира от направеното критично наблюдение относно капацитета на публичните мобилни клетки. Докторантът обосновава посочва, че при масови събития (струпване на потребители) натоварването на 5G мрежата достига своя максимум, което води до загуба на пакети (packet loss) и повишена латентност, надхвърляща теоретичните 1-10 ms. Авторът прави ценно разграничение между "теоретична мрежова латентност" и реална латентност "от край до край" (glass-to-glass), която в телевизионния работен поток често достига до 1 секунда поради процесите на кодиране, декодиране и задължителното буфериране на сигнала.

Следва да се подчертае звукотехническата експертиза, която произтича от този анализ: при флукутации в мрежовия капацитет и ограничена пропускателна способност, адаптивните алгоритми на тези мобилни предаватели (използващи H.265/HEVC или

H.264/AVC компресия) приоритетно запазват целостта на видео кадрите. За да се компенсира недостигът на честотна лента, системите често редуцират потока на аудио данните (audio payload) или прилагат агресивни компенсационни механизми. Това води до динамична промяна в аудио кодирането в реално време, което от своя страна генерира психоакустични артефакти – стесняване на честотната лента, фазови деформации (phase smearing) и цифрови прекъсвания (dropouts).

Въпреки че дисертацията се фокусира предимно върху видео потока и общата мрежова архитектура на 5G предавателите, изведените от докторанта данни убедително доказват една ключова за съвременната звукорежисура тенденция: в дигиталната стрийминг среда целостта на звуковия сигнал вече не се гарантира от хардуера в студиото, а е пряко подчинена на променливата мрежова устойчивост. Аудио качеството се превръща във вариабилна величина, зависима от алгоритмите за мрежова агрегация и моментното състояние на мобилната клетка.

4. IPTV (Internet Protocol Television) инфраструктура

Най-висока научно-приложна стойност в технологичния сегмент на дисертацията притежава Четвърта глава, посветена на IPTV (Internet Protocol Television) инфраструктурата. Тя представлява същинското инженерно ядро на изследването, изследвайки пътя на аудио-визуалния сигнал до крайната потребителска среда. Изключително ценен методологичен подход е включването на експертно интервю с представител на регионален IPTV доставчик. Това извежда академичния анализ от стерилната теоретична рамка и го интегрира в обективната технологична реалност на българския пазар.

Докторантът прецизно анализира архитектурата на съвременното телевизионно разпространение, като правилно идентифицира "Central Headend" като критичния възел, в който се осъществява първичната дигитална обработка, декодирането, компресията и мултиплексирането на аудио и видео потоците (чрез H.264/H.265 и AAC кодеци). Анализирани са и транспортните механизми – ролята на мрежите за доставка на съдържание (CDNs), IGMP протоколите за мултикаст маршрутизиране (multicast routing) и механизмите за управление на качеството на услугата (QoS – Quality of Service).

Разгледана е зависимостта на аудио потока от приоритизирането на пакетите данни в IP среда. Инженерната логика тук е категорична, а дисертацията я потвърждава чрез емпиричните наблюдения на автора – липсата на коректно QoS маркиране в натоварени мрежи води до непостоянно времезакъснение (network jitter) и загуба на информационни пакети. Това предизвиква изпразване на буферите на крайните устройства, което рефлектира пряко в загуба на аудио-видео синхронизация (lip-sync десинхронизация) или пълно прекъсване на аудио потока (dropouts).

Особено проникателен и критичен е анализът, посветен на т.нар. хибридни мрежи – транскодирането на IP-базирано съдържание към DVB-C (Digital Video Broadcasting - Cable) стандарт от кабелните оператори. Докторантът аргументирано разкрива липсата на

нормативна уредба и технически стандарти (особено в България), регламентиращи изходното качество на сигнала при дистрибуторите.

През призмата на съвременната звукорежисура, това констатира сериозен системен дефицит. Телевизионен или кинематографичен микс, прецизно мастериран според строгите стандарти (напр. EBU R128) и доставен като висококачествен многоканален поток, бива подложен на агресивна каскадна компресия със загуби (cascaded lossy compression) и ре-мултиплексиране от страна на локалния доставчик. Целта на тази интервенция е изцяло икономическа – редуциране на необходимата честотна лента (bandwidth). В резултат на тази неоторизирана алгоритмична намеса **се разрушава прецизно изграденият динамичен обхват, компрометира се фазовата кохерентност в пространствената картина и се генерират отчетливи артефакти.**

Изследователят изключително точно осветява този "технологичен и регулаторен вакуум", в който телекомуникационният доставчик упражнява скрит, деструктивен аудио мастеринг, обезсмисляйки първоначалния творчески и звукоинженерен замисъл. Това наблюдение има съществен научен принос, тъй като дефинира проблема с аудио качеството не само като производствен, но и като дистрибуционен и регулаторен проблем.

5. Глобални платформи и SMAD):

Пета глава („Глобални платформи за аудио-визуално съдържание“) издига технологичния анализ на дисертацията на още по-високо експертно ниво, разглеждайки механизмите, чрез които платформите се трансформират от пасивни разпространители в активни алгоритмични посредници, директно моделиращи звуковата естетика. Докторантът блестящо противопоставя двата доминиращи дистрибуционни модела: затвореният абонаментен модел (SVOD), доминиран от Netflix, и отвореният модел (AVOD/UGC), доминиран от YouTube.

Анализът на Netflix демонстрира как проприетарният качествен контрол де факто пренаписва индустриалните стандарти. Платформата налага безкомпромисни спецификации: интегрирана гръмкост от -27 LKFS (с използване на dialog-gating), лимит за True Peak от -2 dBTP и строги изисквания към "Near Field" микса. Както докторантът правилно отбелязва, тези изисквания преструктурират работния процес, принуждавайки звукорежисьорите да компресират динамичния обхват още на ниво постпродукция, за да адаптират звука към домашните и мобилните устройства, лишавайки го от оригиналната кинематографична динамика. Същевременно, инвестициите на Netflix в обектно-базирани формати като Dolby Atmos (през E-AC-3 с JOC) и технологии за бинаурално пространствено аудио налагат нови висоти в имерсивното звуково преживяване, превръщайки качествения звук в ключов маркетингов актив.

Контрастът с YouTube е драстичен. Докторантът описва платформата като "хетерогенна звукова среда", в която хаосът от несъвместими формати и любителски звукови практики се овладява чрез агресивно транскодиране (към AAC и Opus) и безкомпромисна нормализация на гръмкостта (Loudness Penalty при референтно ниво -14 LKFS). Инженерната стойност на този анализ е безспорна: той доказва, че за да се осигури

непрекъснатост на възпроизвеждането при ниски скорости (Adaptive Bitrate Streaming), аудио битрейтът в YouTube често се сваля до критичните 48–64 kbps, генерирайки деструктивен "underwater effect" (смачкване на високите честоти и фазово размазване).

Най-силният приносен момент в технологичния сегмент на труда обаче е анализът на **SMAD (Speech and Music Activity Detection)** системите. Тези алгоритми, базирани на Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC), Конволюционни и Рекурентни невронни мрежи (CNN/RNN), се използват за семантична сегментация на аудио потока – автоматично разпознаване и разделяне на реч и музика в реално време.

Тук е необходимо да бъдем безкомпромисни и да дадем строга звукотехническа експертиза: дисертацията разкрива как интеграцията на SMAD в стрийминг платформите създава фундаментален конфликт между технологичната оптимизация и артистичния интегритет на произведението. Когато алгоритъм на Netflix или YouTube използва машинно обучение за автоматично регулиране на нивата (например прилагане на "audio ducking", за да се потисне музиката в полза на диалога), той изземва креативния контрол от звукорежисьора. Машинният алгоритъм, лишен от способността да интерпретира художествения наратив, не може да направи разлика между технически дефект и преднамерена артистична пауза, нито между лош запис и търсен драматичен ефект (където музиката *трябва* да погълне диалога).

Докторантът правилно диагностицира този проблем, предупреждавайки за "стерилизация на звуковата картина". Съвременната дистрибуция на аудио в дигитална среда има сериозни технически дефицити, при които беше въпрос на време някой да констатира, че "царят е гол" – в стремежа си към алгоритмична яснота и масова съвместимост, платформите създават усреднен, компресиран и автоматизиран аудио продукт, разрушавайки фината динамика, заложенa от звукорежисьора в студиото. Анализът на SMAD системите ясно показва, че звуковият професионалист се превръща в заложник на дистрибуционния алгоритъм, а бъдещето на обектно-ориентираното аудио (Object-Based Audio) ще зависи от това дали изкуственият интелект ще функционира като асистент, или като авторитарен диктатор на финалния аудио майстор.

6. Емпирични изследвания, заключения и приноси (Шеста глава)

Шеста глава материализира теоретичните постановки чрез две конкретни емпирични изследвания, целящи да измерят реалното потребителско преживяване в условията на дигитална конвергенция.

Анкетното проучване сред 150 активни потребители предоставя ценна статистика за психоакустичните приоритети на съвременната аудитория. От изключително значение за звукорежисьорската практика е констатацията, че 60% от анкетираните дефинират „разбираемостта на речта“ като най-важния звуков критерий, следвана от баланса между диалог, музика и ефекти (55%). Пространственото усещане (stereo/3D аудио) е приоритет за едва 40% от потребителите. Този емпиричен резултат легитимира алгоритмичната политика на стрийминг платформите: масовият потребител предпочита ясен и стабилен звук пред сложна, но неконтролируема широка динамика. В този смисъл, проучването доказва, че

агресивната нормализация и компресия не са просто технически компромис, а отговор на реално потребителско търсене.

Второто изследване представлява 24-часов мониторинг на IPTV съдържание в реална домашна среда. Подходът на докторанта да запази „екологичната валидност“ на теста, използвайки масови потребителски устройства (смайт телевизор и 2.1 саундбар система), е методологично интересен. Регистрираната аудио-аномалия при излъчването на БНТ 1 е отличен пример за вариабилността на качеството в IP мрежите. Явлението се проявява като временно забавяне на скоростта на звуковото възпроизвеждане, придружено от осезаема интонационна промяна надолу. Чисто звукоинженерно това представлява класически *wow/flutter* артефакт, който мислехме, че е останал в аналоговото минало, но отново надига грозната си глава. Причината - когато буферът на IPTV платформата се изпразва, плейърът изкуствено забавя възпроизвеждането, което (при липса на усъвършенстван *time-stretch* алгоритъм за запазване на формата на вълната) води до неминуем спад в честотата на звука (*pitch shift*), подобно на забавяне на аналогова лента.

Въпреки високата аналитична стойност на тези наблюдения, прегледът на приложените резултати и графики откроява основния методологичен дефицит на изследването. Мониторингът разчита изцяло на субективното слухово възприятие на изследователя. Една дисертация с подобен силен технологичен заряд би спечелила неимоверно, ако субективните наблюдения бяха подкрепени с обективен инструментален аудио контрол – например използване на хардуерни или софтуерни анализатори за измерване на моментната и интегрираната гръмкост (LUFS), отчитане на True Peak стойности, спектрален анализ на честотната лента след компресията или логване на загубените пакети (*packet loss*) в локалната мрежа. Подобен количествен подход би материализирал теоретичните изводи в конкретни, измерими физични величини и би дал неоспорима инженерна тежест на констатациите.

7. Заключение и оценка на научните приноси

Заключението на дисертацията логично и убедително синтезира основната теза: дигиталната трансформация не унищожава художествената стойност на звука, но я пренарежда категорично в рамките на платформи, алгоритми и мрежови протоколи. Трудът доказва, че звукът престава да бъде вторичен елемент и се превръща в изключително чувствителен индикатор за качеството на цялостната дигитална инфраструктура.

Формулираните научни приноси са реални, защитими и отговарят на съдържанието на текста. С най-голяма научна тежест се открояват:

1. Систематизирането на нов поглед към звука – не като изолиран студийен продукт, а като динамична величина, подчинена на дистрибуцията, мрежовата архитектура и платформената нормализация.
2. Детайлният сравнителен анализ на глобалните стрийминг платформи (SVOD срещу AVOD/UGC) и тяхното пряко влияние върху работата на съвременния звуорежисьор чрез налагането на автоматизирани SMAD системи.

3. Осветяването на технологичния и регулаторен вакуум в IPTV сектора в България чрез експертно интервю, доказващо скритите компромиси с аудио качеството (агресивна компресия и транскодиране) по пътя до крайния потребител.

6. Препоръки и въпроси за публичната защита

Като препоръка към бъдещата научноизследователска дейност на докторанта, бих посочил необходимостта от надграждане на социологическия подход с чиста измервателна акустична и системна експертиза. Преминаването от описателен към количествен анализ на мрежовата деградация на аудио сигнала ще затвърди позициите му в полето на мултимедийните технологии.

За целите на публичната защита отправям следния въпрос към кандидата:

В ерата на напредващите SMAD системи и алгоритми за "audio ducking" в реално време, къде според Вас трябва да бъде прокарана границата между технологичната оптимизация (целяща максимална разбираемост за масовия потребител) и нарушаването на авторския интегритет на звукорежисьора? Могат ли стрийминг платформите да бъдат задължени технически и нормативно да предоставят достъп до "оригиналния микс", заобикаляйки своята вътрешна нормализация?

7. Финално становище

Дисертационният труд на Станимир Тихомиров Иванов представлява сериозно, интердисциплинарно и дълбоко аргументирано изследване на една от най-важните технологични метаморфози в съвременната аудио-визуална индустрия. Авторът демонстрира отлична ориентация в сложната мрежова архитектура на дигиталната среда и смело деконструира митовете за безкомпромисното качество на платформената дистрибуция.

Трудът притежава безспорна научно-приложна стойност и отговаря напълно на изискванията на Закона за развитието на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ) и Правилника за неговото прилагане.

Въз основа на гореизложеното, давам своята категорична положителна оценка и силно препоръчвам на уважаемото научно жури да присъди на **Станимир Тихомиров Иванов** образователната и научна степен „**Доктор по музикознание и музикално изкуство**“ в професионално направление 8.3. „Музикално и танцово изкуство“.

29.08.2026 г.

Подпис:

Доц. д-р Христо Карагъзов