

Хайрулло Султанов

Кафедра «Музыкальная звукорежиссура»
Национального института эстрадного
искусства имени Батыра Закирова при
Государственной консерватории Узбекистана
E-mail: sultanovhayrullo702@gmail.com

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К АУДИОПРОИЗВОДСТВУ: ОТ АКУСТИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДО ФИНАЛЬНОГО МАСТЕРИНГА

Аннотация. В данной статье рассматривается комплексный научно-практический подход к современному аудиопроизводству, объединяющий этапы акустического проектирования, фиксации первичного звукового сигнала и финального мастеринга. На основе фундаментальных трудов в области звукорежиссуры анализируются ключевые физические и психоакустические закономерности, такие как распределение мод резонанса в замкнутых пространствах, закон обратных квадратов при размещении микрофонных систем, а также принципы сохранения микродинамики аудиосигнала. Работа демонстрирует неразрывную связь между инженерно-техническими параметрами тракта и эстетическими характеристиками финального фонографического продукта.

Ключевые слова: аудиопроизводство, акустика помещений, звукозапись, закон обратных квадратов, мастеринг, дизеринговые шумы, К-система, динамический диапазон.

A SYSTEMATIC APPROACH TO AUDIO PRODUCTION: FROM ACOUSTIC DESIGN TO FINAL MASTERING

Abstract. This article examines a comprehensive scientific and practical approach to modern audio production, integrating the stages of acoustic design, primary audio signal capture, and final mastering. Based on foundational works in sound engineering, key physical and psychoacoustic patterns are analyzed, such as

the distribution of resonance room modes in enclosed spaces, the inverse-square law in microphone placement, and the principles of preserving audio signal micro-dynamics. The work demonstrates the inextricable link between the engineering and technical parameters of the signal path and the aesthetic characteristics of the final phonographic product.

Keywords: *audio production, room acoustics, sound recording, inverse-square law, mastering, dither noise, K-System, dynamic range.*

Современное аудиопроизводство представляет собой сложную междисциплинарную область знаний, находящуюся на стыке физической акустики, электроники, цифровой обработки сигналов и психоакустики. Создание высококачественной фонограммы, способной конкурировать на международном рынке, требует от звукорежиссера и инженера глубокого понимания процессов, происходящих на каждом этапе сигнального тракта – от зарождения звуковой волны в пространстве до её окончательной подготовки к дистрибуции. Настоящая статья призвана систематизировать научно-методические принципы, изложенные в классических руководствах по звукозаписи и акустике, и проследить синергию между подготовкой помещения, технологией фиксации звука и прецизионным мастерингом. Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью преодоления эмпирического подхода в пользу строгого научного обоснования технологических процессов в студийной практике.

Фундаментом любой профессиональной работы со звуком является среда, в которой происходит запись или слуховой мониторинг. Физика закрытых пространств характеризуется сложным поведением звуковых волн, среди которых наиболее деструктивными выступают комнатные моды и стоячие волны. Интерференция прямых и отражённых волн ведёт к образованию зон экстремального подъёма и затухания звукового давления,

особенно на низких частотах, что критически искажает восприятие фонограммы инженером (Alton Everest & Pohlmann, 2015).

Слуховой аппарат человека адаптируется к пространственным характеристикам благодаря бинауральному эффекту и закону первого волнового фронта. Данный закон определяет, что локализация источника звука происходит по первому прибывшему импульсу, даже если последующие отражения имеют большую амплитуду. Для минимизации тембральных дефектов и оптимизации времени реверберации применяется акустическая коррекция, включающая установку басовых ловушек, резонаторов Гельмгольца и диффузоров, обеспечивающих равномерное рассеивание звуковой энергии. Использование специализированных конструкций, таких как Tube Traps, позволяет эффективно поглощать избыточную энергию в низкочастотном спектре, стабилизируя акустический отклик комнаты (Alton Everest & Pohlmann, 2015). Перенос акустических колебаний в электрическую и цифровую форму подчиняется жестким физическим законам, среди которых центральное место занимает закон обратных квадратов. Распространяя этот закон на практику звукозаписи, исследователи формулируют эмпирические правила, согласно которым при каждом удвоении расстояния от источника до микрофона уровень звукового давления падает на шесть децибел (Rose, 2015). Игнорирование этого правила в условиях избыточной комнатной реверберации приводит к потере разборчивости и эффекту удалённости, что особенно критично при записи диалогов в кинематографе или сольных инструментов в музыкальной индустрии.

Профессиональная практика фиксации звука требует использования высококлассных портативных рекордеров и преампов, таких как Sound Devices 722, обеспечивающих необходимый запас по перегрузке и низкий уровень собственного шума. В условиях стационарной студии критически важным элементом становится точный мониторинг с использованием активных мониторов ближнего поля, которые позволяют инженеру

объективно оценивать тембр, панораму и баланс без избыточного влияния геометрии помещения (Bartlett & Bartlett, 2009). Неотъемлемой частью технологической дисциплины также является детальное документирование сессий в мастер-логах, что позволяет воссоздать условия записи при последующем сведении или пересведении материала.

Завершающим этапом аудиопроизводства является мастеринг, который выполняет роль моста между процессом творческого сведения и промышленным тиражированием (Katz, 2007). Мастеринг-инженер решает задачи тональной и динамической оптимизации фонограммы, работая с тончайшими нюансами аудиосигнала. Использование параметрических и шельфовых эквалайзеров позволяет деликатно сбалансировать частотный спектр, а применение специализированных фильтров высоких и низких частот (High-Pass/Low-Pass), включая знаменитую кривую Баксандалла, обеспечивает прозрачность в области инфранизких частот и придает миксу «воздушность». В области динамической обработки ключевое значение имеет сохранение баланса между макродинамикой произведения и его конкурентной громкостью. Чрезмерное пиковое лимитирование разрушает микродинамическую структуру трека, лишая его выразительности. Для борьбы с деструктивной «войной громкостей» Бобом Катцем была разработана К-система индикации (K-System), предлагающая стандартизированные шкалы уровней (K-20, K-14, K-12), привязанные к калиброванной громкости мониторинга, что возвращает инженерам возможность осознанно управлять динамическим диапазоном (Katz, 2007). Наконец, при подготовке финального файла к публикации обязательным правилом является применение дизеринга – добавления псевдослучайного шума при понижении разрядности (например, из 24-битной рабочей среды в 16-битный стандарт Red Book), что позволяет маскировать нелинейные искажения квантования и сохранять глубину сцены на малых уровнях сигнала.

Анализ ключевых этапов аудиопроизводства показывает, что создание профессионального звукового продукта возможно только при системном контроле всего сигнального пути. Технологические фазы не могут существовать изолированно: невозможно компенсировать ошибки, допущенные на этапе акустического проектирования студии или первичной записи звука, инструментами финального мастеринга. Каждое звено – от оптимизации резонансных мод помещения и грамотного пространственного размещения микрофонов до subtilной эквализации и дизеринга – вносит свой вклад в итоговую фонографическую ценность.

Понимание физических процессов распространения звука в пространстве и законов цифрового преобразования избавляет современного инженера от слепого следования трендам, таким как деструктивная максимизация громкости. Современный специалист в области звукорежиссуры должен сочетать в себе квалификацию физика-акустика, инженера электроники и художника, способного через призму строгих технических стандартов подчеркнуть и сохранить первоначальный творческий замысел автора произведения. Только комплексная синергия науки и искусства позволяет достичь безупречного технического качества, отвечающего мировым стандартам индустрии звукозаписи, телевидения и кинематографа.

Использованная литература

1. Alton E., Pohlmann K. *Master Handbook of Acoustics*. – 6th ed. – New York: McGraw-Hill Education, 2015. – 720 p.
2. Bartlett B., Bartlett J. *Practical Recording Techniques*. – 5th ed. – Burlington: Focal Press, 2009. – 408 p.
3. Katz B. *Mastering Audio: The Art and the Science*. – 2nd ed. – Burlington: Focal Press, 2007. – 314 p.
4. Rose J. *Producing Great Sound for Film and Video: Expert Tips from Preproduction to Final Mix*. – 4th ed. – New York: Focal Press, 2015. – 488 p.