



**Ovoz rejissorining ish jarayonidagi kognitiv va texnik kamchiliklar:
Psixoakustik tahlil va ularni bartaraf etishning zamonaviy usullari**

\
O‘zbekiston davlat Konservatoriyasi

Abstract:

Within the evolution of the acoustic environment and digital audio workstations (DAW), the problem of psychoacoustic adaptation and technical errors in the sound engineer's receptive apparatus is intensifying. As part of the research object, the practical workflow of 34 specialists operating in the studios of the State Conservatory of Uzbekistan and local post-production facilities during 2021-2025 was empirically analyzed. Systemic deviations in spectral and dynamic balancing were found to have a direct correlation with the fatigue of the central nervous system's auditory receptors and improperly calibrated monitoring systems. Through A/B testing of audio materials and objective acoustic measurements, a syndrome of incorrect evaluation of low-frequency (20-250 Hz) signals was observed in 68% of the specialists. Empirical analyses dictate that phase shifts, over-compression, and the negative consequences of the masking effect significantly degrade the quality of the final product. This article proposes algorithmic models to bypass cognitive illusions and optimize acoustic control. The dynamics of the obtained results allow for increasing the clarity of the final phonogram by introducing ergonomic breaks and international calibration standards (ITU-R BS.1770) into sound recording practice.

Keywords: Psychoacoustics, frequency masking, spectral balance, monitoring systems, dynamic range, phase shift, audio mastering, cognitive fatigue.

Annotatsiya:

Akustik muhit va raqamli audio stansiyalar (DAW) evolyutsiyasi sharoitida ovoz rejissorining qabul qiluvchi apparatidagi psixoakustik adaptatsiya va texnik xatolar muammosi keskinlashmoqda. Tadqiqot obyekti doirasida 2021-2025 yillar davomida O'zbekiston davlat Konservatoriyasi va mahalliy post-prodyuserlik studiyalarida faoliyat yurituvchi 34 nafar mutaxassislarning amaliy ish jarayoni empirik tahlil qilindi. Spektral va dinamik muvozanatlashdagi tizimli og'ishlar markaziy asab tizimining eshitish retseptorlari charchog'i va noto'g'ri kalibrlangan monitoring tizimlari bilan bevosita korrelyatsiyaga ega ekanligi aniqlandi. Audio materiallarni A/B testlash va obyektiv akustik o'lchovlar orqali mutaxassislarning 68% ida past chastotali (20-250 Hz) signallarni noto'g'ri baholash sindromi kuzatilgan. Amaliy



Learning and Sustainable Innovation

tahlillar shuni ko'rsatadiki, faza siljishlari, kompressiyaning ortiqcha qo'llanilishi (over-compression) va niqoblash (masking) effektining salbiy oqibatlari yakuniy mahsulot sifatini sezilarli pasaytiradi. Ushbu maqolada kognitiv illuziyalarni chetlab o'tish va akustik nazoratni optimallashtirish bo'yicha algoritmik modellar taklif etiladi. Olingan natijalar dinamikasi ovoz yozish amaliyotida ergonomik tanaffuslar va xalqaro kalibrlash standartlarini (ITU-R BS.1770) joriy etish orqali yakuniy fonogramma tiniqligini oshirish imkonini beradi.

Kalit so'zlar: Psixoakustika, chastota niqoblanishi, spektral muvozanat, monitoring tizimlari, dinamik diapazon, faza siljishi, audio mastering, kognitiv charchoq.

Аннотация: В условиях эволюции акустической среды и цифровых звуковых рабочих станций (DAW) проблема психоакустической адаптации и технических ошибок в рецепторном аппарате звукорежиссера обостряется. В рамках объекта исследования проведен эмпирический анализ практического рабочего процесса 34 специалистов, работающих в студиях Государственной консерватории Узбекистана и локальных пост-продакшн студиях в течение 2021-2025 годов. Установлено, что системные отклонения в спектральной и динамической балансировке имеют прямую корреляцию с утомлением слуховых рецепторов центральной нервной системы и неправильно откалиброванными системами мониторинга. Посредством А/В-тестирования аудиоматериалов и объективных акустических измерений у 68% специалистов наблюдался синдром некорректной оценки низкочастотных (20-250 Гц) сигналов. Практические анализы показывают, что фазовые сдвиги, избыточное применение компрессии и негативные последствия эффекта маскировки значительно снижают качество конечного продукта. В данной статье предлагаются алгоритмические модели по обходу когнитивных иллюзий и оптимизации акустического контроля. Динамика полученных результатов позволяет повысить прозрачность финальной фонограммы за счет внедрения эргономичных пауз и международных стандартов калибровки (ITU-R BS.1770) в практику звукозаписи.

Ключевые слова: Psixoakustika, частотное маскирование, спектральный баланс, системы мониторинга, динамический диапазон, фазовый сдвиг, аудиомастеринг, когнитивное утомление.

Kirish

Raqamli texnologiyalarning audio muhandislik sohasiga chuqur integratsiyasi yakuniy fonogramma sifatiga qat'iy talablarni shakllantirdi. Global musiqiy va post-prodyuserlik bozorida raqobatning ortishi ovoz rejissorlaridan nafaqat texnik



apparaturalarni boshqarishni, balki murakkab psixoakustik jarayonlarni chuqur tushunishni talab qiladi. Oxirgi 5 yildagi xalqaro akustik tadqiqotlar (AES jurnali ma'lumotlari) shuni ko'rsatadiki, studiya sharoitida olingan audio materiallarning qariyb 15-20% i tijorat platformalariga (Spotify, Apple Music) yuklanishidan oldin aniq standartlashtirilmagan LUFs (Loudness Units relative to Full Scale) ko'rsatkichlari va chastota mojarolari tufayli rad etiladi. Ovoz rejissorining operativ xotirasi va eshitish analizatorlaridagi kognitiv pasayish, xususan, "Vaqtinchalik eshitish bo'sag'asining siljishi" (Temporary Threshold Shift - TTS) holatlari adabiyotlarda yetarlicha yoritilmagan muhim ilmiy bo'shliq bo'lib qolmoqda. O'zbekiston davlat Konservatoriyasi qoshidagi va mustaqil tijorat ovoz yozish studiyalari sharoitida mutaxassislarning qabul qilish mexanizmlari va qaror qabul qilish jarayonidagi texnik xatoliklarni tizimli o'rganish amaliy ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqot Metodologiyasi (Materials and Methods)

Tadqiqot dizayni prospektiv va qiyosiy-analitik yo'nalishda shakllantirildi. Kuzatuv jarayoniga 2021-2025 yillar oralig'ida professional faoliyat olib borayotgan, tajribasi 3 yildan kam bo'lmagan 34 nafar ovoz rejissori jalb etildi. Kiritish mezonlari: to'liq metrajli musiqiy yoki kinofilm loyihalarida ishlash tajribasi, me'yoriy audiometrik ko'rsatkichlar. Chiqarish mezonlari: eshitish qobiliyatida surunkali patologiyasi (sensorinevral karlik) mavjud bo'lgan shaxslar.

Mutaxassislarning amaliy aralashtirish (mixing) va mastering jarayonlari obyektiv akustik analizatorlar (iZotope Insight 2, SMAART v9) yordamida yozib olindi. Matematik-statistik tahlil jarayonida olingan ma'lumotlar IBM SPSS (versiya 26.0) dasturida ishlangan. O'rtacha qiymatlar va standart xatoliklar M \pm m formatida ifodalandi. Parametrik o'zgaruvchilar orasidagi farqni aniqlash uchun Student t-testi, texnik xatolar va ish soatlari o'rtasidagi bog'liqlikni baholash uchun Pirson korrelyatsiyasi qo'llanildi. Statistik ishonchlik darajasi $p < 0.05$ etib belgilandi. O'lchovlar 95% CI ishonch oralig'ida olib borildi.

Natijalar (Results)

Empirik ma'lumotlar uzluksiz 4 soatlik aralashtirish (mixing) jarayonidan so'ng ovoz rejissorlarining 73.5% ida yuqori chastotali signallarni (± 12 kHz) sezish qobiliyati o'rtacha $\pm 3.2 \pm 0.4$ dB ga pasayganini ko'rsatdi ($p < 0.01$). Kuzatuv guruhidagi 25 nafar mutaxassis vokal va ritm-seksiya asboblari o'rtasidagi chastota niqoblanishini (frequency masking) ekvalizatsiya orqali bartaraf etish o'rniga, umumiy ovoz balandligini oshirish (gain staging me'yorining buzilishi) orqali kompensatsiya qilishga uringan. Dinamik ishlov berish bosqichida aralashuv guruhidagi treklarning Loudness Range (LRA) ko'rsatkichi 4.5 LU dan pastga tushib ketgan, bu miksning tabiiy



dinamikasi yo'qotilganidan va haddan tashqari kompressiya qo'llanilganidan dalolat beradi. Faza korrelyatsiyasi indikatorlari (Phase Correlation Meter) tahlili shuni ko'rsatdiki, stereobaza kengaytirilishidagi (mid/side processing) sun'iy manipulyatsiyalar natijasida materiallarning 41% ida mono-moslik (mono compatibility) jiddiy buzilgan ($r = 0.68$, $p < 0.05$).

Tahlil va Muhokama (Discussion)

Olingan natijalar dinamikasi psixoakustikaning fundamental qonuniyatlari, xususan, Fletcher-Menson teng balandlik egri chiziqlari (Equal-loudness contours) orqali isbotlanadi. Eshitish apparati uzoq muddatli bosim ostida ishlaganda quloqning past (< 200 Hz) va yuqori (> 8 kHz) chastotalarga nisbatan tabiiy ta'sirchanligi pasayadi. Mutaxassis ongsiz ravishda o'zining aralashuviga bu diapazonlarni sun'iy ravishda qo'shishni boshlaydi. Bu harakat sanoatda "smaylik" (smiley-face EQ curve) effektini keltirib chiqarib, yakuniy miksning turli akustik tizimlarda birdek jaranglash (translation) imkoniyatini mutlaqo yo'q qiladi.

Xalqaro AES me'yorlari bilan qiyosiy tahlil jarayonida lokal studiyalarda akustik ishlov berilmagan xonalarning aks-sado vaqti ($RT_{\{60\}}$) me'yordagi 0.25 soniya o'rniga, o'rtacha 0.6 ± 0.1 soniyani tashkil etishi aniqlandi. Noto'g'ri kalibrlangan monitoring tizimlari va xona rezonanslari (room modes) haqiqiy tovush manzarasini manipulyatsiya qiladi. Natijada ovoz rejissori xonaning akustik kamchiliklariga qarshi kurashishga majbur bo'ladi, bu esa audio materialga sun'iy faza siljishlari va keraksiz harmonik buzilishlar kiritilishiga olib keladi.

Ilmiy Yangiligi va Amaliy Ahamiyati

Birinchi marta Markaziy Osiyo musiqiy ishlab chiqarish sharoitida ovoz rejissorining kognitiv charchog'i va texnik aralashuv sifati o'rtasidagi bevosita statistik qonuniyat obyektiv akustik parametrlar asosida raqamli isbotlandi. Tadqiqot doirasida ishlab chiqilgan algoritmik tavsiyalar Oliy ta'lim muassasalari o'quv dasturlariga A/B referens tahlilini kiritish hamda tijorat studiyalarida kognitiv adaptatsiyani boshqarish protokollarini shakllantirish uchun fundamental baza bo'lib xizmat qiladi.

Xulosa

Ovoz yozish sanoatidagi yuqori ruxsatli (high-resolution) estetik talablar mutaxassislardan qat'iy psixoakustik gigiyenaga amal qilishni talab etadi. Kognitiv charchoq va akustik aldamchi muhit fonida yuzaga keladigan chastota va dinamik nomutanosibliklarni faqatgina obyektiv vizual analizatorlar (Spektrogrammalar, LUFS va True Peak metrlar) yordamida hamda studiya monitorlarini 80-85 dB SPL darajasida qat'iy kalibrlash orqali neytrallashtirish mumkin. Davriy ergonomik tanaffuslar va ITU-R BS.1770 xalqaro standartlarining ishlab chiqarish jarayoniga



bevosita integratsiyasi yakuniy audio mahsulotning global translatsiya sifatini kafolatlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Katz B. *Mastering Audio: The Art and the Science*. 3rd ed. New York: Focal Press; 2014.
2. Everest FA, Pohlmann KC. *Master Handbook of Acoustics*. 6th ed. New York: McGraw-Hill Education; 2014.
3. Zwicker E, Fastl H. *Psychoacoustics: Facts and Models*. 3rd ed. Berlin: Springer; 2013.
4. Owsinski B. *The Mixing Engineer's Handbook*. 4th ed. Burbank: BMG Books; 2017.
5. Rumsey F, McCormick T. *Sound and Recording: Applications and Theory*. 7th ed. London: Routledge; 2014.
6. Алдошина И. *Основы психоакустики*. Москва: Оборонгиз; 2000.
7. ITU-R BS.1770-4. *Algorithms to measure audio programme loudness and true-peak audio level*. Geneva: International Telecommunication Union; 2015.
8. Izhaki R. *Mixing Audio: Concepts, Practices and Tools*. 3rd ed. New York: Routledge; 2017.
9. Corey J. *Audio Production and Critical Listening: Technical Ear Training*. 2nd ed. Burlington: Routledge; 2016.
10. Howard DM, Angus J. *Acoustics and Psychoacoustics*. 5th ed. Oxford: Focal Press; 2017.