

## Основните акустични и слухови критерии, звуковата картина и звукозаписният процес

Павел Стефанов

**Abstract: Basic acoustic aural tests, sound field and sound recording:** *The sound of nature is a natural phenomenon that is reflected in human psychological consciousness. On perceived quality and characteristics of sound influenced many factors and combinations of specific conditions and subjective characteristics. One of the most complex audio matters is musical sound, his assessment criteria require highly competent, highly complex and continuous training and exceptional artistic aesthetic sense.*

**Key words:** *sound, soundfield, stereophony, criteria, space, balance, sound source*

### ВЪВЕДЕНИЕ

Хората възприемат звука в три измерения и този тип пространствено възприятие е определящо за жизнената дейност и ориентирането на човека в околната среда. Комбинацията слухови органи – нервни пътища – мозък декодира и обработва почти едновременни и нерядко противоречащи си пространствени звукови елементи, често в рамките на малки части от секундата. Възприемането на музика също винаги е свързано с пространствената слухова ориентация и особеностите на бинауралното слушане. От друга страна акустичната среда, в която се изпълнява даден вид музика оказва огромно въздействие върху нейното развитие и оформяне, както и върху критериите и нормите, според които тя се създава и оценява.

### ИЗЛОЖЕНИЕ

Звукът в природата е физическо явление – разпространение на енергийни вълни във въздушна или друга материална среда, което е свързано с определени свойства. Необходимо е ясно разграничаване на физическия стимул и ответната психологична реакция. Възприятието на звука и психическата реакция спрямо външното дразнение са обект на изучаване от страна на науката психоакустика. Най-общо психоакустиката се дефинира като дял от психофизиката, занимаващ се с начина на слушане, факторите, които оказват влияние върху този процес и особеностите на самите слухови възприятия. Връзката на човека със заобикалящата го среда има два аспекта – обективен (физически), т.е. процесите, протичащи в околната среда, които са обект на изследване на точните науки, и субективен (психологически), или процесите, които протичат в човешкия организъм и психика като отражение на обективните дразнения. Във връзка с човешкия слух това съответствие се изразява чрез отношенията дразнение – възприятие (усещане), звуков – слухов, физични величини – качества на възприятието. Следователно звукът не е само физичен процес, а също и продукт на възприятието, като неговите качества зависят както от характеристиките на дразнението, така и психологичните особености, подготовката и способностите на човека. Звукът, независимо от своя произход и вид, сам по себе си е носител на информация. Носител на една от най-високо организирани и най-сложни акустично-информационни структури е музикалният звук. Звукът е основна градивна единица и главно изразно средство на музиката. Трябва да се подчертае, че съотношението между физическите параметри на звука и тяхното субективно отражение не е правопрпорционално, и не винаги е обективно причинно-следствено.

Идеята за запис, възпроизвеждане и предаване на звук представлява принципно ново явление в човешката култура. Предпоставки за нейното възникване се появяват едва когато е налице необходимото научно ниво на знание и осъзнаване на перспективите и възможностите на подобен феномен. В средата на

XIX в. са публикувани първите теоретично обосновани материали, посветени на възможността за предаване на звук на далечни разстояния, като е формулиран основният способ за това – превръщането на звуковите трептения в електрически. През 70-те години на XIX в. се появяват първите системи, позволяващи електроакустично преобразуване, пренос и запис на звук, а през 1881 г. в Париж е реализирано първото стереофонично звуково предаване. Въпреки своята ранна поява трябва да минат над 50 години, докато стереофонията се разпространи масово и се превърне в звукозаписна норма. Двуканалната стереофония (от гръцки “στέρεός” – твърд, пространствен; и “φωνή” – звук) представлява метод, чрез когото е възможно пространствено “триизмерно” изображение на даден звукоизточник във вторичната звукова среда. Стереофония означава съхранение на два звукови канала, записани най-малко с два микрофона и възпроизведени от поне два високоговорителя. С помощта на двата стереоканала (ляв и десен) е възможно постигането на напълно достоверна пространствена симулация на реално обемно звуково тяло, задоволителна локализация на дискретните източници в рамките на стереокартината, точна звукова перспектива, добро усещане за помещението и оригиналната звукова атмосфера, и мн. др.

Стереофонията, както и всички по-късни звукови стандарти, се базира на способността на човека да чува “пространствено”. Определянето на посоката, разстоянието, обкръжението, размера и пр. на даден звукоизточник е възможно само чрез комбинираното възприятие на двете уши, или чрез т.н. бинаурален слух. От решаващо значение при този процес е разстоянието между двете уши и влиянието на главата като звукозасенчваща преграда между тях. Вследствие многобройните изследвания върху проблемите и факторите на локализацията е установено, че пространственото ориентиране на един звуков източник зависи главно от разликите в сигналите, достигащи двете уши. Тези разлики са общо три вида – времеви, интензитетни и темброви. Всички те обикновено действат заедно и се анализират от мозъка като общ информационен комплекс с комбинирано влияние. Въпреки това експерименталните резултати сочат, че времевите разлики са по-важни за честотния диапазон под 800 – 1000 Hz, за обхвата до около 2500 Hz по-голямо значение имат интензитетните разлики в зависимост от изместването на източника спрямо симетричната ос, а от тембровите (амплитудно-честотните) разлики зависи локализацията на високите честоти. При определяне на местоположението на звукоизточник в затворено пространство влияние имат и други фактори като отношението директен – отразен звук, ефекта на маскиране, дифузитета на полето и др.

Възпроизвеждането при двуканалната стереофония се осъществява чрез два говорителя, разположени на +/- 30 градуса спрямо нулевата ос на слушателя (оста отговаряща на погледа напред), който заедно със звуковите тела очертава равноностранен триъгълник. Двата сигнала (L и R) са сходни до голяма степен, като съдържат различни, подобни и еднакви съставки. Използвайки свойствата на бинауралното слушане и комбинирайки по необходимия начин и в нужните граници съответните времеви, фазови, интензитетни и темброви разлики, двата източника се “декодират” от мозъка като един и създават т.н. фантомен звукоизточник. Пространството между мониторите се нарича стереобаза и някъде по тази база се локализира резултатното звуково тяло, симулирано от двата сигнала. Стереофонията разполага с достатъчно средства за пресъздаване на оригиналната перспектива, точното разположение на отделните източници, тяхната отдалеченост, характеристиките на обкръжаващата среда и въобще почти всички детайли, които детерминират пространствения характер на реалната звукова картина.

Качествата на стереофоничната фонограма се контролират и оценяват главно чрез акустична (слухова) преценка. Акустичната оценка представлява слухов контрол на характеристиките и особеностите на звуковата картина посредством

анализ и съпоставяне на определени слухови критерии със слуховите възприятия, предизвикани от звучащия материал. Тези критерии са пространствено впечатление, прозрачност, музикален баланс, тембър, качества на стереофоничното изображение и т.н. Всички те са субективни отражения на реалната звукова картина в съзнанието на звукорежисьора, макар че почиват на обективните физически величини на звуковия сигнал.

За адекватно възприемане и оценяване на звука са необходими някои условия – правилно функциониращ слухов апарат, предварителна професионална подготовка и натрупан практически (слухов) опит, аналитични и синтетични способности във връзка със звуковото възприятие. Едно от основните слухови качества на звуковата картина е *пространственото впечатление*. То представлява усещането, което слушателя получава за пространството, в което прозвучава дадено звуково събитие, за неговите акустично-пространствени детерминанти. Носител на пространствената информация, големината и качествата на граничните повърхности е отразеният звук, неговото енергийно ниво и пространствено-времева дисперсия, и съотношението с директната компонента. Върху оценката на адекватността на дадено пространствено впечатление влияят и фактори като стиловите особености на музикалното произведение, разположението на инструментите, темпото на изпълнение, субективното моментно емоционално-психологическо състояние на слушателя и т.н. Пространственото впечатление е твърде сложно и комплексно качество на звука, което налага неговото разчленяване на няколко подкритерия с цел по-детайлно описание на неговите съставки. Такива отделни критерии са *реверберация, усещане за големина на обема, разпределение в дълбочина, планоност, акустичен баланс*.

Количеството отразен звук и неговото протичане във времето най-общо описват пространственото впечатление. Съществува пряка зависимост между възприетата пространственост и времето за *реверберация*, макар че пространственото впечатление е значително по-широко понятие. В акустично отношение това е времето, за което сигналът затихва с 60 dB след прекратяване на звукоизлъчването. Значение за пространствеността има не само продължителността на реверберацията, но и характерните пространствени и времеви неравномерности в поведението на отразения звук. Основно значение в тази насока има характера на звука. Преходните процеси в музикалния тон се характеризират с различни реверберационни условия спрямо квазистационарното състояние на звука, а комбинацията между тях също води до различия във възприетата реверберация. Особеностите на слуха също оказват активно влияние върху усещането за отразен звук. Усещането за гръмкост на звука се характеризира с неравномерност, зависима изключително от честотата на тона. Конкретно за достигане на еднаква гръмкост е необходим значително по-висок интензитет при ниските честоти. Следователно пространственото впечатление зависи в значителна степен от гръмкостта според тоновата височина на музикалния звук. Акустичните качества на обема и по-специално степента на отражение и абсорбиране на звука при отчитане на честотните зависимости на тези процеси, също имат голямо значение за структурата на реверберацията. Това характеризира разликата между реверберацията като енергиен звуков процес и слуховото ѝ възприятие.

Оценката на реверберационната съставна логически води към друга част от пространственото впечатление – *големина на пространството*. Възприетата големина зависи както от времето за реверберация, така и от съотношенията на физическите величини вътре в състава на реверберацията – време, закъснение и ниво на първите отражения, честотен профил, отношение ранни – късни отражения и др. Оценката на адекватността на помещението с оглед качествата на музикалния материал е изцяло субективен въпрос, подвластен както на личните художествени и

естетически виждания на звукоорежисьора, така и на неговите професионални качества и минал слухов опит.

Важен аспект на пространственото впечатление е *разпределението в дълбочина и впечатлението за отдалеченост*. Отдалечеността на слушателя от източника се формира от реверберацията като цяло и в частност от отношението между директния и отразения звук в точката на слушане (запис). Съответно чрез увеличаване или намаляване на индиректните звукови съставки се влияе на впечатлението за разстояние. То е тясно свързано с усещането за големина на залата. Разчленението в дълбочина, наречено още плановост, представлява дискретизиране и цялостно обхващане на отдалечеността на източниците в рамките на слуховата картина. То характеризира отражението на пространствената перспектива и дистанция на отделните източници или групи източници във вторичната звукова картина. Отново главно значение има съотношението на директната и отразената емисия на всеки отделен източник, което зависи както от позицията на микрофона (слушателя) и дистанцията спрямо източника, така и от неговите качества (характеристика на насоченост, честотен обхват, звукоизвличане и пр.), и от акустичните особености на помещението. Преценката за разпределение в дълбочина има и музикално-художествен аспект, който влияе върху общото ниво на оценяване. Главно в това направление трябва да се разглежда и друг един подкритерий на пространствеността – *акустичен баланс*. Постигането на адекватен баланс предполага преди всичко съществуването на много добър психоакустичен модел на звукоизточника в съзнанието и паметта на звукоорежисьора, и възможност за качествен сравнителен анализ между него и записаната картина. Акустичният баланс отразява разбирането (и умението) на звукоорежисьора за музикалната материя, характерните особености на източниците в реално звуково пространство и адекватността на изображението в съответствие с тях.

Следващият главен параметър на слуховата картина е *стереофоничното впечатление*. Подобно на пространствеността този критерий също е многосъставен и подлежи на диференциране на отделни съставки. Такива са *стереофонично разпределение, стереофоничен баланс, и ширина на звуковото изображение (база)*. Общата оценка на стереофоничните качества на звуковата картина е свързана с локализационните способности на човешкия слух, които бяха разгледани по-горе. Независимо от локализационната крива и разпределението на източниците трябва да съществува баланс между измерението на високоговорителната база и позиционирането на общото звуково тяло върху нея. Разположението на звукоизточниците по стереобазата, както и нейната ширина зависят от използваната звукозаписна техника и разположението на микрофоните, от звукотехническото ориентиране и обработка на сигнала. Значително подобрение в тази насока може да постигне чрез използване на опорни микрофони, смесени и панорамирани допълнително към информацията от главния микрофон. Тук отново чисто технологичната преценка на стереофоничните параметри е несъстоятелна без обвързването им с музикално-художествените рамки на разглеждания материал.

*Прозрачност* на слуховата картина е още един комплексен критерий да оценка на стереофоничната фонограма. Тя е своеобразно обобщение на действието на пространствените и стереофоничните елементи, резултат от тяхното общо влияние. Прозрачността характеризира степента на диференцирана различимост на едновременно свирещите инструменти, оркестрови групи или на отделните звукови регистри. Има две направления за оценка – *темброва*, засягаща идентификацията на отделните инструменти и гласове, и *времева*, отнасящата се до ясното разделяне на бързо следващи във времето елементи. Тя зависи от реверберацията, нивото и закъснението на първите отражения, както и от индивидуалните свойства на звукоизточниците. Понятията като “добра” или “малка” прозрачност нямат практическа стойност извън контекста на звучащата музика и отчитането на подходящите

конкретни условия с оглед жанр, състав, музикална структура и т.н. Прозрачността се разглежда не само в акустичен аспект, където отношението директен-отразен звук и явленията отзвучаване и маскиране имат решаващо значение за този критерий, но и в неотделимо единство с художествените изисквания на звуковото изображение.

В непосредствена връзка с прозрачността е следващия слухов критерий – *тембър*. Тембър е едно от основните качества на възприетия звук заедно с височина и сила. Неговото възприятие е изключително сложно и до голяма степен субективно. Музикалните тонове са съставени от множество елементарни трептения (обертонове), смесени с основната честота в определено съотношение. Човешкият слух възприема целия комплекс от тонове и го обединява в неделимо цяло, формирайки по този начин усещането за тембър. Музикалните инструменти звукообразуват по различен начин в зависимост от системата за разтрептяване и резонаторните качества на корпуса, които определят вида и начина на излъчване на звуковата енергия. Акустичните помещения, където се осъществява музикалното изпълнение, със своите отражателни и абсорбиращи свойства, също оказват влияние върху оформянето на окончателния тембър. Възприятието на комплексните тонове все още не е напълно изяснено като механизъм, като цялостния състав на честотния спектър е сравнително ограничено свързан с реалния тембър. Най-важни за идентификация на различните тембри са преходните процеси на зазвучаване и отзвучаване на тона, характерните шумови съставки, и формантните области в честотния профил на конкретния инструмент. Следователно тембърът се дефинира като тип качество на възприятието, а не означава абсолютното качество на звука. Тембровото обезпечаване на звуковия материал зависи преди всичко от качествената микрофонна работа.

Музикалните съображения в преценката на стереофоничната картина изискват въвеждането на още един критерий – *музикален баланс*. Под това понятие се разбира съотношението по ниво и по тембър между отделните инструменти и групи в определен момент при конкретно музикално изпълнение. От голямо значение за музикалния баланс е степента на вътрешна балансираност на записвания състав, което определя как и до колко звукорежисьора трябва да се намеси в оформянето на окончателния баланс. По принцип класическите състави (включително симфоничният оркестър) са естествено балансирани и се налага много внимателна работа с отделните тембри с оглед на музикално-художествените съображения. Често във фактурата на творбата има темброви несъответствия, които трябва да бъдат обект на звукорежисьорска намеса. Това се обуславя от различията в гръмкостта и тембъра на отделните инструменти и на отделните регистри на даден инструмент в зависимост от честотата на тоновете, начина на звукоизвличане и т.н.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разгледаните критерии илюстрират комплексния характер на слуховата оценка на стереофонични фонограми. Освен изцяло технически и обективно-фактологически оценките по правило се оформят въз основа на субективно психологическото възприятие и с оглед музикално-естетическите фактори. Не винаги определен факт се възприема и определя еднозначно в светлината на различните аспекти на звуковата картина. Техническата и художествената страна на звукозаписния процес трябва да бъдат балансирани помежду си, и обединено да ръководят действията на звукорежисьора за постигане на максималния възможен резултат.

**ЛИТЕРАТУРА**

- [1] Люцканов, М. Основи на тонрежисурата, издателство „Музика“ София 1977.  
[2] Dickreiter, M. Mikrofonaufnahme: Aufnahmeräume, Instrumente, Mikrofone, Stereo- & Surroundaufnahmen, S. Hirzel Verlag, 2011.  
[3] Gibson, D. The Art Of Mixing, MixBooks, ISBN 0-918371-17-1, 1997.  
[4] Katz, B. Mastering Audio – The Art And The Science, Focal Press, ISBN 978-0240808376, 2007.  
[5] Owsinski, B. The Mixing Engineer`s Handbook, MixBooks, ISBN 0-87288-723-5, 1999.

**За контакти:**

Ас. Павел Иванов Стефанов, НМА „Проф. Панчо Владигеров“ – София, тел. 0884009580, e-mail: pavel\_stfnov@abv.bg

**Докладът е рецензиран.**

РУСЕНСКИ УНИВЕРСИТЕТ „АНГЕЛ КЪНЧЕВ“  
UNIVERSITY OF RUSE „ANGEL KANCHEV“

# ДИПЛОМА

Програмният комитет на  
Научната конференция RU&SU'12  
награждава с КРИСТАЛЕН ПРИЗ  
“THE BEST PAPER”

**ПАВЕЛ СТЕФАНОВ**

автор на доклада

“Основните акустични и слухови критерии,  
звуковата картина и звукозаписният  
процес”

# DIPLOMA

The Programme Committee of  
the Scientific Conference RU&SU'12  
Awards the Crystal Prize "THE BEST PAPER"  
to PAVEL STEFANOV

author of the paper

“Basic acoustic aural tests, sound field and  
sound recording”

РЕКТОР  
RECTOR

проф. д-р Христо Белоев  
Prof. DSc Hristo Beloev

29.10.2012