



# akustyka w domu... w kinie i

## sprzęt

Zarówno w ramach tradycyjnego zestawu odtwarzającego samą muzykę, jak i w obrębie wielofunkcyjnego „kina domowego”, muszą działać odpowiednie systemy głośnikowe, dostarczające dźwięk – albo muzykę nagraną w studio lub na koncercie, albo dźwiękową ścieżkę filmową.

Już w czasach poprzedzających epokę kina domowego, czyli w ciągu długich lat doskonalenia urządzeń audio, stwierdzono, że system odtwarzający muzykę jest tylko tak dobry, jak jego najslabsze ogniwo. Ten wniosek, w brzmieniu uogólnionym, dotyczy zresztą wielu innych dziedzin. Często tym najslabszym ogniwem jest ogniwo ostatnie – czyli głośniki (zespoły głośnikowe, kolumny głośnikowe). Ale, o ile w łańcuchu samych urządzeń głośniki tworzą faktycznie ogniwo ostatnie (zamieniają prąd elektryczny na dźwięk), to między nimi a nami występują jeszcze inne bardzo ważne dla jakości brzmienia, a często lekceważone czynniki – mianowicie sposób ustawienia głośników i akustyczne cechy samego pomieszczenia. Sytuację tę można porównać do jakości samochodu i samej drogi, po której się porusza. Nie da nam wielkiej przyjemności jazda nawet najbardziej luksusowym autem po wyboistej drodze (droga jest analogią do samego pomieszczenia), a jeżeli jesteśmy pasażerem, to możemy też odczuć na własnej skórze słabe umiejętności kierowcy (to niech będzie analogią do nieprawidłowego ustawienia głośników). Urządzając sobie duży salon czy nawet mały pokój, w którym wolny czas ma nam uprzyjemniać muzyka lub kino domowe, warto poświęcić uwagę wspomnianym problemom. Trochę starań pozwoli nam optymalnie wykorzystać możliwości całego systemu audio i uzyskać znacznie lepsze rezultaty brzmieniowe.



# w muzyce

audio - video



219

## Najbardziej podstawowe fakty dotyczące promieniowania dźwięku przez zespoły głośnikowe w pomieszczeniach zamkniętych i wynikające stąd zalecenia dotyczące ich prawidłowego ustawienia brzmią następująco:

**I** Każdy zespół głośnikowy jest urządzeniem promieniującym dźwięk z określonymi charakterystykami kierunkowymi - to znaczy w różny sposób w różnych kierunkach. W większości przypadków charakterystyki te określają najlepsze promieniowanie „na wprost”. Oznacza to nie tylko, że przed zespołem głośnikowym poziom dźwięku jest największy, ale przede wszystkim, że częstotliwościowa charakterystyka przetwarzania jest optymalna - to znaczy jest tonalnie najlepiej zrównoważona. Niskie tony, ponieważ niesione są przez długie fale, omijające przeszkody wielkości zespołu głośnikowego, roz-

chodzą się bardziej wielokierunkowo, niż tony wysokie. Dlatego, jeżeli charakterystyka przetwarzania na osi głównej (przed zespołem głośnikowym) jest dobrze zrównoważona, to z boku nastąpi uprzywilejowanie częstotliwości niższych, zniekształcające brzmienie. W wielodrożnych zespołach głośnikowych dochodzi też do bardziej złożonych zjawisk; poprawna charakterystyka częstotliwościowa pojawia się przy właściwej korelacji fazowej między poszczególnymi głośnikami, która zachodzi tylko przy właściwych relacjach odległości między słuchaczem a poszczególnymi głośnikami kolumny. Relacje te zostają przez kon-

struktora ustalone przy założeniu, że kolumny będą ustawione poprawnie, przed słuchaczem. Dlatego najlepsze brzmienie uzyskujemy na osi głównej zespołu głośnikowego, lub w jej pobliżu. W takiej sytuacji nie jest możliwe uzyskanie optymalnego brzmienia w całym pomieszczeniu - ale nasze miejsce odsłuchowe, w którym mamy świadomie delectować się muzyką, powinno zostać w ten sposób wybrane. Zwykle nie mamy ani pełnej swobody w ustaleniu miejsca odsłuchowego, ani ustawienia głośników. Ponieważ z góry możemy założyć, że nie będziemy słuchać na stojąco, ani że nasz fotel nie będzie unosił się w powie-

**Z systemu taniego, ale odpowiednio zainstalowanego w dobrze przygotowanym pomieszczeniu, można usłyszeć znacznie więcej, niż z bardzo kosztownego zestawu, podłączonego byle jak i byle gdzie. Niestety, niektóre panujące obecnie trendy estetyczne w wyposażaniu wnętrz nie idą w parze z zaleceniami dotyczącymi najlepszych warunków akustycznych. Nieraz trzeba zgadzać się na kompromisy. Jeżeli jednak projekt architekta wnętrz będzie stał w jawnej sprzeczności z podstawowymi wymaganiami akustycznymi, i projekt ten będzie miał priorytet, to właściciel luksusowych wnętrz i doskonałego sprzętu, muzyki w pięknym wydaniu niestety już nie usłyszy.**



trzu, więc staje się jasne, że ustawianie zespołów głośnikowych na wysokim regale, tak że ich osie główne biegną daleko powyżej naszych uszu, jest bardzo nieprawidłowe. Zespoły głośnikowe powinny znajdować się na wysokości głowy słuchacza. Co prawda, nawet ustawione wysoko głośniki możemy pochylić tak, aby kierowały swoją oś główną i najlepszą charakterystykę w stronę słuchacza, ale pozostaje wówczas jeszcze co najmniej jeden problem – muzyka grająca z góry, spod sufitu, nie brzmi naturalnie. Ustawiając kolumny na „normalnej” wysokości rozwiązujemy te problemy jednocześnie. Z podobnych powodów nie należy ustawiać małych zespołów głośnikowych bezpośrednio na podłodze – będą znajdować się za nisko – lecz należy użyć odpowiedniej wysokości podstawek. Uściślijmy jeszcze pojęcie „osi głównej” – jest to oś wyprowadzona prostopadłe z przedniej ścianki zespołu

głośnikowego (poza przypadkami, gdy ścianka ta jest pochylona, wówczas chodzi o oś równoległą do podstawy), dla zespołów wielodrożnych w pobliżu głośnika wysokotonowego. Od zalecenia słuchania kolumn na osi głównej są jednak wyjątki. Zdarzają się konstrukcje, które celowo są tak strojone przez konstruktorów, aby najlepiej zrównoważone brzmienie pojawiało się na osi lekko skierowanej w bok – co pozwala ustawić kolumny osiami głównymi równoległe, biegnącymi po bokach słuchacza. Wiele kolumn ma charakterystykę przetwarzania (na osi głównej) z wyeksponowanymi wysokimi tonami (bo takie brzmienie preferuje wielu klientów), i w takiej sytuacji „zejście w bok”, powodujące spadek poziomu wysokich częstotliwości, może charakterystykę wyrównać. Mówimy tu jednak o ograniczonym zakresie takich regulacji i o zlifowaniu brzmienia, a nie zaleceniach podstawowych.

W poprzednim punkcie wspomnieliśmy o nieprawidłowości ustawienia małych głośników bezpośrednio na podłodze, zwracając uwagę na złe położenie osi głównej. W takim przypadku pojawia się też kolejny akustyczny problem. Zbliżenie zespołu głośnikowego do dużej powierzchni odbijającej powoduje, że część fal niskich częstotliwości, które „uciekłyby” do tyłu, biegną do przodu. Zwiększa to poziom niskich tonów w miejscu odsłuchowym. Im więcej dużych powierzchni odbijających w pobliżu, tym większa kumulacja basu. Do pewnego stopnia efekt ten może być akceptowalny, i podlega subiektywnej ocenie użytkownika – jeżeli lubi dużo basu, będzie ustawiał kolumny blisko tylnej ściany pomieszczenia, jeżeli woli brzmienie bardziej neutralne i przestrzenne, będzie wychodził z kolumnami bliżej środka pokoju. Najważniejsze, aby znać przyczynę tego zjawiska - wówczas

Wspaniale i właściwie rozstawione kolumny, duże pomieszczenie, niepozabawione powierzchni pochłaniających (dywan, zasłony). Wszystkie zespoły głośnikowe, łącznie z centralnym, są „wycelowane” w miejsce odsłuchowe. Pełna symetria, z której wyłamuje się tylko subwoofer (widać go pod oknem), ale jest to w jego przypadku dopuszczalne. (Zdjęcie – [JMIlab](#))

będzie można je oswoić i samym ustawieniem w dużym stopniu wyregulować brzmienie. Czasami w zaawansowanych instalacjach kina domowego spotyka się umieszczenie zespołów głośnikowych w płaszczyźnie ekranu (bo bokach lewy i prawy, pod ekranem centralny), a efektowych w płaszczyźnie ścian bocznych – jednak zespoły głośnikowe do tego przeznaczone, czy nowo projektowane instalacje „in-wall” („wścienne”), wymagają specjalnego dostrojenia do takich warunków promieniowania. Nie można więc do tego celu wykorzystać zespołów głośnikowych zaprojektowanych jako wolno stojące bądź podstawkowe. Ich wbudowanie w ścianę spowoduje bardzo silne uwypuklenie niskich częstotliwości, a więc niezrównoważenie całej charakterystyki przetwarzania.



3. W pierwszych dwóch punktach odnosiliśmy się do działania jednego głośnika (kolumny, zespołu głośnikowego). Podane tam zalecenia mają charakter dość uniwersalny i dotyczą dowolnego układu głośników – stereofonicznego czy kinowego. Układy takie stawiają jednak przed użytkownikiem kolejne wymagania.

Pozornie może się wydawać, że układy stereofoniczne – dwukanałowe – są łatwiejsze do prawidłowej instalacji od wielokanałowych, bo przedstawione warunki trzeba spełnić w stosunku do mniejszej liczby zespołów głośnikowych. Z tego punktu widzenia to prawda, ale jest też druga strona medalu. Podstawową zasadą prawidłowego ustawiania pary zespołów głośnikowych w układzie stereofonicznym jest bowiem ich jednakowa odległość od słuchacza. Różnice w odległościach wywołują nie tylko różnice w natężeniach dźwięku, które ostatecznie można niwelować za pomocą regulatora balansu (zrównoważenia kanałów), w jaki wyposażona jest większość wzmacniaczy stereofonicznych, ale i różnice fazowe, których w ten sposób nie usuniemy. Powodują one zaburzenia w kreowaniu sceny dźwiękowej, pozorne źródła dźwięku gubią swoje lokalizacje. Wzmacniacze stereofoniczne nie są wyposażane w żadne układy, które mogłyby na to wpłynąć. Natomiast wzmacniacze i amplitunery wielokanałowe, wyposażane w nowoczesne procesory, oferują możliwość elektronicznego kompensowania różnic w odległościach od poszczególnych zespołów głośnikowych – zarówno pod względem natężeniowym, jak i czasowym (sygnał do głośników znajdujących się bliżej dostarczany jest z odpowiednio niższym poziomem i opóźnieniem). Dlatego ustawienie w systemie wielokanałowym nie musi rygorystycznie spełniać warunku jednakowych odległości wszystkich głośników od miejsca odsłuchowego. Zawsze jednak warto postarać się o podobne odległości dla kanałów tworzących pary – a więc dla lewego i prawego przedniego, jak i dla lewego i prawego tylnego. Działanie wspomnianych procesorów nie jest w stanie zapobiec wszystkim niekorzystnym skutkom związanym z nazbyt dowolnym ustawieniem zespo-

łów głośnikowych. Głośniki lewy i prawy zawsze powinny być ustawione pod podobnymi kątami względem osi symetrii całego układu, nawet jeżeli ich odległości od miejsca odsłuchowego nie są idealnie takie same.

4. Warto też zadbać o to, aby zespoły głośnikowe mające tworzyć z założenia symetryczne pary, znajdowały się w podobnych warunkach akustycznych; niedobrze więc jest, gdy jedna z kolumn znajduje się

Rosnąca popularność płaskich wyświetlaczy (plazm, LCD) rodzi zainteresowanie podobnie płaskimi głośnikami, które będzie można powiesić obok wyświetlacza, na ścianie. Na zdjęciu zestaw trzech przednich zespołów głośnikowych kina domowego – lewy, centralny (na dole) i prawy. Głośniki przeznaczone do powieszenia powinny być nie tylko płaskie, ale i zaprojektowane pod względem akustycznym do prawidłowego działania na tle dużej powierzchni odbijającej.

(Zdjęcie – B&W)

w pobliżu miękkich mebli, grubych kolar, itp., a druga przy gołych ścianach, szybie, itp. Dotykamy tu powoli kolejnej kwestii – akustycznych cech samego pomieszczenia. To, co słyszymy w miejscu odsłuchowym, nie pochodzi bowiem tylko z bezpośredniego promieniowania zespołów głośnikowych. W dźwięku docierającym do każdego miejsca duży udział mają fale odbite – promieniowane przez głośniki w innych kierunkach, potem częściowo pochłaniane, ale częściowo odbijane. Na razie zadbajmy o symetrię – aby odbicia po obydwu stronach sceny były możliwie podobne. Jeżeli na przykład lewą ścianę pozostawilibyśmy „gołą”, a prawą wytłumili, to scena pozornych źródeł dźwięku przesunęłaby się w lewo – na skutek odbić z lewej strony. Chcąc być konsekwentnym, warto też zadbać o podobne odległości od bocznych ścian, szczególnie gdy znajdują się one blisko i są słabo wytłumione; jeżeli są daleko lub zostały mocno wytłumione, tym jest to mniej istotne. Gdy jedną ścianę boczną mamy blisko, a drugą daleko, tę bliższą wypada mocniej wytłumić.



## UWAGI DOTYCZĄCE USTAWIANIA GŁOŚNIKÓW W WIELOKANAŁOWYM SYSTEMIE KINA DOMOWEGO

5. Niezależnie od dążenia do symetrii w ustawieniu zespołów głośnikowych i w aranżacji pomieszczenia, jego ogólna akustyka powinna uwzględniać właściwe proporcje między odbijaniem a pochłanianiem dźwięku. Wcale nie jest naszym celem jak najdalej idące wytlumienie pomieszczenia. Dla naturalnego brzmienia potrzebny jest pewien udział odbić, które dodają swobody i przestrzenności. Faktem jest jednak, że zalecenia akustyków najczęściej dotyczą zwiększenia, a nie zmniejszenia wytlumienia, ponieważ w dużych, nowoczesnie urządzonych pomieszczeniach jest go zbyt mało. Duże powierzchnie gołych ścian, niskie meble, skromne dywaniki, brak zasłon... Trudno komukolwiek dyktować zabudowanie ściany od góry do dołu biblioteką czy powieszenie wielkiego kilimu. Z rzeczy, które chyba każdemu najłatwiej będzie zaakceptować, można wymienić dywan, położony między kolumnami przednimi a miejscem odsłuchowym, i zwrócenie szczególnej uwagi na miejsca na ścianach bocznych, w których powstawać będą pierwsze odbicia

Wspomnieliśmy, że pewne różnice w odległościach poszczególnych głośników od miejsca odsłuchowego będą mogły skompensować procesory, które w naszym systemie najczęściej będzie zawierał amplituner, ale że kierunki, z jakich grają głośniki, powinny być zachowane prawidłowo. Kolumny frontowe lewą i prawą ustawiamy podobnie, jak kolumny w systemie stereofonicznym – przed sobą, w rogach trójkąta równoramiennego. Odległość między kolumnami nie powinna być większa, niż ich odległość od miejsca odsłuchowego – rozsuwanie powoduje co prawda rozszerzenie przedniego planu, ale grozi zerwaniem jego ciągłości i utratą lokalizacji pozornych źródeł dźwięku. Głośnik centralny powinien być ustawiony jak najbliżej ekranu, dla najlepszego zespolenia dźwięku i obrazu, „przywiązania” głosów do pojawiających się postaci, bowiem w dźwiękowych ścieżkach filmowych kanał centralny służy najczęściej jako dialogowy. Głośnik centralny jest zawsze ekranowany magnetycznie – czyli rozproszone pole magnetyczne jest w nim do tego stopnia zredukowane, że nie wpływa na pracę kineskopów. Dużych głośników centralnych nie należy jednak ustawiać na telewizorze – są na to zbyt ciężkie, a ich wibracje mogą szkodzić układom elektronicznym telewizorów. Najlepiej umieścić je (mają zwykle konstrukcję poziomą) na najwyższej półce telewizorowej szafki. Zastosowanie płaskich wyświetlaczy (plazm, LCD) zmienia warunki, dlatego coraz więcej producentów oferuje systemy płaskich głośników, które można powiesić na ścianie. Oprócz trzech frontowych zespołów głośnikowych, w systemie kina domowego występują jeszcze głośniki zwane tylnymi, efektywnymi, „surroundowymi”. Są one zwykle mniejsze, rzadko kiedy wolno stojące, i jeżeli mają formę konstrukcji pod-

stawkowych, to sugerują właśnie zastosowanie podstawek. Nie zawsze jest to najwygodniejsze – w końcu mały głośnik na podstawie wcale nie zajmuje mniej miejsca, niż smukły głośnik wolno stojący. Można taki głośnik próbować powiesić na ścianie, ale może to spowodować problemy akustyczne (przedstawione w pkt. 2.), i niekoniecznie będzie dobrze wyglądać – zwłaszcza przy znacznej głębokości obudowy. Coraz częściej pojawiają się głośniki efektywne specjalnie zaprojektowane do powieszenia na ścianie – takich jednak nie postawimy na podstawkach. Trzeba się zdecydować wcześniej. Jeżeli ściany mamy blisko i po obydwu stronach w podobnej odległości, wygodniej jest wybrać głośniki wiszące. W przeciwnym wypadku musimy użyć „monitorków” na podstawkach. Wśród głośników efektywnych występują specjalne ich rodzaje – dipole i bipole – które wytwarzają pole rozproszone, a tylko niewielką część energii promieniają bezpośrednio w stronę słuchacza. W przypadku takich głośników, a zwłaszcza dipoli, należy je instalować nie z tyłu, ale po bokach miejsca odsłuchowego, i powyżej głowy. Dipole i bipole występują niemal wyłącznie w formie konstrukcji przystosowanych do powieszenia. Zalecenia dotyczące ustawienia głośników efektywnych o promieniowaniu kierunkowym (typowym) są dość różne – od skierowania ich w stronę miejsca odsłuchowego, po skierowanie ich promieniowania do tyłu lub do góry (dla rozproszenia dźwięku). W systemach 5.1 mamy dwa głośniki efektywne, w systemach 6.1 i 7.1 odpowiednio trzy i cztery. Dodatkowo umieszcza się z tyłu – jeden dokładnie za głową słuchacza, dwa nieco rozsunięte. W szczególności nie będziemy wchodzić, systemy te są bardzo mało popularne.

– ustalić je można w bardzo prosty sposób, za pomocą wiszącego w tym miejscu lusterka (z miejsca odsłuchowego zobaczymy w nim kolumnę). W tym obszarze szczególnie warto zadbać o jakieś wytlumienie. Nieco odrębnym zagadnieniem są fale stojące, generowane w pomieszczeniu. Powstają one między niewytlumionymi powierzchniami – a więc między ścianami. Walce z nimi, oczywiście również służy wytlumienie, ale także odpowiednie proporcje wymiarów pomieszczenia,

aby nie dochodziło do kumulowania się fal stojących przy tych samych częstotliwościach. Najbardziej zapobiegliwi projektują swoje domy i pokoje we współpracy z akustykami, uwzględniając ich zalecenia. Są też specjalne ustroje akustyczne – „pułapki” antyrezonansowe, odpowiednio dostrojone i ulokowane pozwalają w pewnym stopniu uwolnić pomieszczenia od tych dolegliwości. Inne ustroje służą rozpraszaniu i pochłanianiu fal w określonych miejscach pomieszczenia.

6. Niezależnie od rodzaju systemu wielokanałowego, obowiązkowy jest subwoofer, czyli urządzenie głośnikowe przetwarzające częstotliwości najniższe. Koncepcja subwoofera wywodzi się jeszcze ze stereofonii. Upraszczając zagadnienie - stwierdzono, że źródła niskich częstotliwości są trudne do zlokalizowania, dlatego nie uczestniczą w tworzeniu wrażeń przestrzennych, i w konsekwencji możliwe jest wydzielenie wspólnego głośnika przetwarzającego najniższe tony - początkowo dla systemów stereofonicznych, później wielokanałowych. Za-

letą takiego rozwiązania jest zminimalizowanie wymiarów zespołów głośnikowych tworzących panoramę stereofoniczną (lub przestrzeń wielokanałową) na skutek pozbycia się z ich konstrukcji dużych głośników niskotonowych. Subwoofer, choćby nawet duży, ale jest je-

W tym systemie ciekawie ustawiono głośnik centralny i subwoofer - jeden na drugim. Subwoofer na środku sceny nie jest koniecznością, ale z pewnością im jest jej bliżej, tym lepiej dla integralności dźwięku, zwłaszcza przy odtwarzaniu muzyki stereofonicznej. (Zdjęcie - Dali)



Specjalne głośniki efektowe - przystosowane do powieszenia, na wysokości powyżej uszu słuchacza, kierują promieniowanie lekko w dół, dzięki odpowiednio pochylonej ścianie przedniej. Umieszczenie subwoofera z tyłu, pod ścianą, to kolejne poprawne i wygodne rozwiązanie. (Zdjęcie - Dali)

den, i co najważniejsze, może być umieszczony w dowolnym miejscu pomieszczenia. Owo „w dowolnym” jest stwierdzeniem zbyt dowolnym... okazało się, że rezultaty brzmieniowe w dużym stopniu zależą od miejsca ustawienia subwoofera. Z powodów wymienionych w pkt. 2, im bardziej subwoofer przysuniemy do ścian, a zwłaszcza narożnika pomieszczenia, tym bas będzie głośniejszy, ale niekoniecznie poprawny - może być słabo czytelny i męczący. Z kolei ustawienie subwoofera na środku pokoju, w roli np. stolika na kawę (takie propozycje mają niektóre firmy), może spowodować osłabienie basu. Na ostateczny efekt wpływa jednak wyregulowanie subwoofera, które służy zarówno ustawieniu właściwego poziomu niskich tonów, jak i zapewnieniu płynnego „przejścia” w stronę częstotliwości średnich, czyli właściwej integracji z pozostałymi głośnikami systemu. Podręcznikowe wskazówki niewiele tutaj dadzą - potrzebne są eksperymenty, po których każdy właściciel systemu stanie się domorosłym ekspertem...

Zasady akustycznego aranżowania pomieszczenia odsłuchowego, właściwego ustawiania zespołów głośnikowych, wyregulowania parametrów systemu, łączą się płynnie z samymi cechami konstrukcyjnymi i akustycznymi poszczególnych urządzeń. To rozległy obszar wiedzy, której w całości nie opanował w pojedynkę żaden profesjonalista. Mimo to i amatorzy - użytkownicy domowych systemów audiowizualnych, mogą wiele skorzystać, znając najważniejsze fakty i próbując się do nich stosować. Nawet jeżeli posiadany system nie będzie pracował w warunkach idealnych - na skutek ograniczeń pomieszczenia, jego przystosowania do innych funkcji, naszego braku doświadczenia - to zawsze jest jeszcze okazja, aby albo jakieś kolejne błędy popełnić, albo ich uniknąć. Nie należy rezygnować z prób poprawienia warunków akustycznych tylko dlatego, że z różnych przyczyn „życiowych” nie wszystkie będą mogły być do końca spełnione. Krótko mówiąc, należy zrobić to, co możliwe.

**Andrzej Kisiel**