

AKUSTYKA WNETRZ (2)

USTAWIANIE ZESTAWÓW GŁOŚNIKOWYCH

Dla jednych to niekończące się eksperymenty i mozolne poszukiwanie najlepszego brzmienia zestawu hi-fi, dla innych – źródło frustracji i walka z trudną do ogarnięcia akustyką pokoju odsłuchowego. Mowa o ustawianiu kolumn głośnikowych. Co i jak robić, by uzyskać dobry dźwięk?

Wielu doświadczonych audiofilów przyznaje, że bez dokładnego ustawienia głośników nie może być mowy o wiernym odtwarzaniu muzyki. Z drugiej zaś strony, wielu melomanów i audiofilów ustawia kolumny niestarannie, często podświadomie godząc się na kompromisy. W drugiej części cyklu artykułów o akustyce wnetrz omawiamy zasady prawidłowego rozmieszczenia zestawów głośnikowych, z uwzględnieniem konfiguracji stereofonicznej. Radzimy, jak postępować, by w świadomy sposób zoptymalizować ustawienie kolumn.

ZAGADNIENIA OGÓLNE

Stereofonia wykorzystuje naturalną zdolność ucha ludzkiego do detekcji natężenia dźwięku i różnic fazy. Jeśli jedna z kolumn gra głośniejsz, to słuchacz rejestruje przesunięcie sceny dźwiękowej w kierunku tej właśnie kolumny. Podobnie jest, jeśli jeden z głośników znajduje się bliżej słuchacza niż drugi – również wtedy usłyszymy asymetrię obrazu dźwiękowego.

1. SYMETRIA

Aby możliwe było precyzyjne odtworzenie efektów stereofonicznych, zgodne z zamiarami realizatora nagrania, konieczna jest więc symetria ustawienia głośników względem miejsca odsłuchu. Obydwie kolumny powinny znajdować się w identycznych odległościach od słuchacza, z dokładnością do pojedynczych centymetrów. Precyzja w tym wypadku naprawdę popłaca – w tym celu warto posłużyć się taśmą mierniczą (nie, nie przesadzam!). W dobrze przygotowanym pomieszczeniu odsłuchowym nietrudno jest usłyszeć przesunięcie środka sceny dźwiękowej, spowodowane nierównym o 4-5 cm oddaleniem głośników od słuchacza. Efekt ten jest łatwiejszy do usłyszenia w pomieszczeniach silnie lub średnio wytłumionych. Pokoje o słabo kontrolowanej akustyce,

tj. o dużym czasie pogłosu, w którym występują silne wczesne odbicia od ścian bocznych, słabiej eksponują omawiany efekt. W takich warunkach odsłuchowych nie może być mowy o dokładnej reprodukcji efektów przestrzennych, nagranych na płycie. Miarą symetrii ustawienia głośników jest test nagrania lub szumu monofonicznego. Jeśli zestawy głośnikowe pracują w zgodnej fazie, to dźwięk powinien być lokalizowany w wąskim obszarze, dokładnie w środku pomiędzy kolumnami. Im obszar ten jest mniejszy (wpływ na to ma wytłumienie ścian, sufitu oraz odległość głośników od tychże płaszczyzn), tym lepiej. Symetria w ustawieniu głośników to nie tylko ich równe oddalenie od słuchacza, ale również równe wysokości ustawienia głośników, kąta ich skręcenia w kierunku słuchacza oraz równe odległości od ścian bocznych. W wielu sytuacjach nie jest możliwe ustawienie głośników dokładnie symetrycznie względem ścian bocznych. Jest to kompromis do przyjęcia, o ile tylko wprowadzona asymetria nie jest drastyczna (np. odległość do ściany lewej wynosi 0,5 m, a do prawej – 2 m).

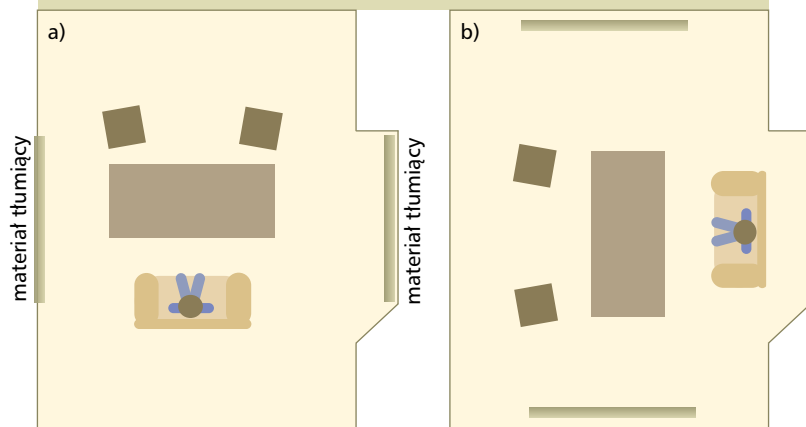
2. SZEROKOŚĆ BAZY STEREO

W ujęciu geometrycznym, zestawy głośnikowe wraz ze słuchaczem stanowią trzy wierzchołki trójkąta, który oznaczmy jako LPS (rys. 2). Przyjmuje się, że kąt α , którego wierzchołek pokrywa się z miejscem odsłuchu, powinien być zawarty w przedziale 45-60°. Oznacza to, że odległość słuchacza od każdego z głośników (s) jest równa bądź większa niż szerokość bazy (B). W praktyce, posługiwanie się odległością s jest mniej wygodne niż odległością słuchacza od bazy (d), dlatego powyższy warunek można zapisać jako:

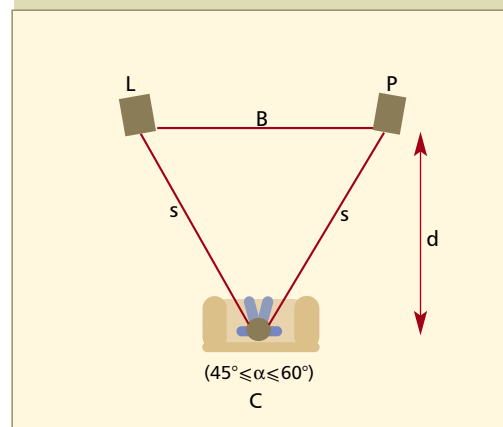
$$0,866 \times B < d < 1,207 \times B$$

Na przykład, dla typowej szerokości bazy $B = 2,5$ m, optymalna odległość punktu odsłuchowego wynosi 2,16-3,02 m. Oczywiście, od zasady tej są wy-

Rys. 1. Jeśli pomieszczenie odsłuchowe jest asymetryczne, należy dążyć do uzyskania symetrii wzdłuż ścian bocznych (przykład b). W ustawieniu a scena dźwiękowa może być nierównomierna



Rys. 2. Trójkąt odsłuchowy optymalnego ustawienia głośników. Szerokość bazy B powinna być równa lub nieco mniejsza niż odległość do głośników (d)



jątki. Zestawy głośnikowe elektro- lub magnetostatyczne (panele) zwykle preferują ustawienia węższe, to znaczy takie, w których zestawy są rozstawione względem słuchacza w kącie mniejszym niż 45 stopni (oznacza to, że odległość d w naszym przykładzie wynosiłaby więcej niż 3,02 m). Jednak dla większości konwencjonalnych zestawów głośnikowych warto przestrzegać podanej zależności. Z moich obserwacji wynika, że zbyt wąskie ustawienie głośników jest często stosowane przez audiofilów. Najczęściej prowadzi to do nienaturalnego ściśnięcia sceny dźwiękowej, osłabienia separacji źródeł dźwięków oraz do ogólnego zmniejszenia realizmu przestrzennego. Ponadto, znacznie trudniej jest wówczas uzyskać realistyczną głębię obrazu stereo. Wąskie ustawienie kolumn wiąże się bowiem ze wzrostem udziału dźwięków odbitych w polu akustycznym słuchacza (w miejscu, gdzie siedzi) w stosunku do fali dźwiękowej bezpośredniej. Pisaliliśmy o tym dokładniej miesiąc temu.

Z kolei zbyt szerokie rozstawienie kolumn lub też zbyt bliskie położenie punktu odsłuchowego względem kolumn najczęściej jest przyczyną problemów z właściwym ogniskowaniem instrumentów, powstawaniem dziury na środku sceny, jak również osłabieniem spójności dźwięku. Można przyjąć, że dla uzyskania optymalnej stereofonii szerokość bazy (B) powinna zawierać się w przedziale 2-3,5 m. W przypadku bardzo dużych kolumn wielodrożnych, w których odległości pomiędzy przetwornikami są znaczne, podana górna granica może się okazać niewystarczająca dla osiągnięcia satysfakcjonującej integracji poszczególnych przetworników.

3. KĄT SKRĘCENIA KOLUMN

Czasem potocznie określane jako dogięcie kolumn, jest bardzo istotnym parametrem warunkującym charakter i precyzję stereofonii, jak również równowagę tonalną (barwę). W dużej mierze jest to kwestia indywidualnych preferencji słuchacza, czy osie kolumn zostaną nakierowane na, przed, czy za miejsce odsłuchu. Istnieją jednak istotne zależności, określające, jakiego rodzaju dźwięk otrzymamy w każdej z wymienionych sytuacji.

Skręcenie kolumn w kierunku miejsca odsłuchowego generalnie poprawia ogniskowanie źródeł pozornych i głębię sceny dźwiękowej. Czasem odbywa się to jednak kosztem słabszego oderwania dźwięku od kolumn i szerokości sceny. Zwykle trzeba więc osiągnąć kompromis pomiędzy precyzją ogniskowania i głębią sceny oraz swobodniejszą projekcją sceny, mniej przywiązanej do samych głośników. Warto też mieć na uwadze, że w przypadku większości zesta-

wów głośnikowych skrócenie kolumn do środka zapewnia lepszą równowagę wyższych rejestrów. Charakterystyki częstotliwościowe zestawów głośnikowych są bardziej płaskie na osi głównej niż poza nią, a ponadto większy kąt skrócenia kolumn minimalizuje natężenie odbić od ścian bocznych, a tym samym ich udział w polu akustycznym. Inaczej mówiąc, staje się ono bardziej bezpośrednie niż dyfuzyjne (patrz poprzedni odcinek artykułu w AV 4/04). Optymalny kąt skrócenia kolumn jest również uzależniony od akustyki pokoju, a w szczególności od średniego współczynnika pochłaniania ścian bocznych oraz ich odległości od kolumn oraz od charakterystyki zestawów głośnikowych.

a) Głośniki w polu swobodnym

Jeśli pokój jest duży i kolumny mogą być ustawione z dala od ścian, to mamy do czynienia z sytuacją, w której zarówno silne dogięcie osi kolumn do środka, jak i ustawienie niemal na wprost są poprawne i mogą dać dobry efekt brzmieniowy (rys. 3a). Jeszcze większą elastyczność ustawienia zyskujemy, jeśli na ścianach bocznych znajdują się elementy tłumiące lub rozpraszające. Wówczas energia pierwszych odbić jest tłumiona (rozpraszana) i tylko w niewielkiej części dociera do uszu słuchacza.

b) Głośniki blisko ścian bocznych

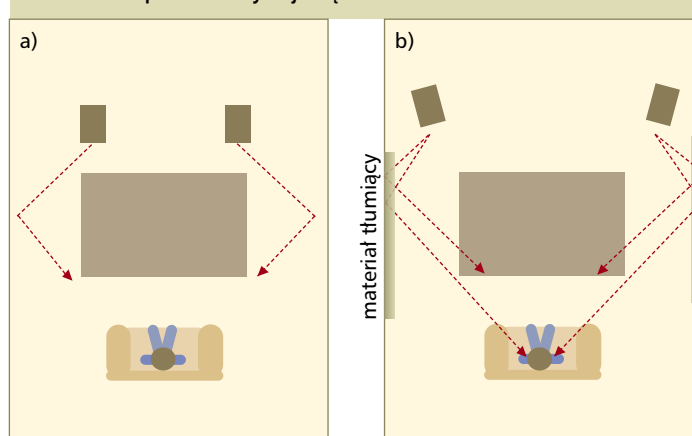
Ta sytuacja odpowiada realiom większości pomieszczeń odsłuchowych, którymi nierzadko są pokoje codziennego użytku. W takim przypadku dogięcie osi kolumn do środka zmniejsza poziom wczesnych odbić fal dźwiękowych i z tego względu lepsze efekty zapewni zazwyczaj silne skrócenie głośników do wewnątrz (kąt 15-20° lub większy). Z całą pewnością nie jest dobrym pomysłem ustawienie głośników na wprost (zerowy kąt skrócenia), gdy stoją one pół metra od ścian bocznych.

4. ODLEGŁOŚĆ OD ŚCIAN

Z reguły ustawienie kolumn w jak największej odległości od ścian bocznych i tylnej (za kolumnami) sprzyja uzyskiwaniu lepszej przestrzenności dźwięku, swobodniejszej stereofonii. Dźwięk staje się lepiej oderwany od głośników niż w przypadku ustawienia w pobliżu ścian. Oddalenie kolumn od ściany tylnej generalnie powiększa głębię sceny dźwiękowej, o efektach dalszego ustawienia od ścian bocznych pisaliśmy w poprzednim akapicie. Drugim pozytywnym skutkiem oddalania kolumn od ścian (w szczególności tylnej) jest zmniejszenie podbarwień niskich tonów. Reguła ta nie jest jednak ścisła, o czym piszemy w dalszej części artykułu. Trzeba mieć też na uwadze to, że wraz z poprawą jakości basu (w wyniku odsuwania kolumn od ściany) zmniejsza się jego natężenie, co w pewnym momencie może zakłócić równowagę tonalną systemu. Uwarunkowanie to dotyczy szczególnie małych kolumn podstawkowych, często wymagających wspomaganie ze strony pomieszczenia.

Warto pamiętać, że kolumny duże generalnie wymagają większego oddalenia od ścian niż zestawy małe. Jako punkt wyjścia można przyjąć odległość 60-70 cm od ściany bocznej (liczoną od osi głośnika wysokotonowego) i 30 cm od ściany tylnej (liczoną od tylnej ścianki kolumn) dla zestawów głośnikowych o typowych gabarytach. Większość z nich brzmi wyraźnie gorzej, jeśli odległości od ścian są mniejsze, zwłaszcza gdy mamy do czynienia z basrefleksem na tylnej ścianie obudów. Wbrew temu, co powszechnie się sądzi, kolumny tego typu nie są jednak istotnie bardziej kłopotliwe w ustawieniu niż konstrukcje wentylowane do przodu. Kolumny z basrefleksem umieszczonym z tyłu nie powinny stać pod samą ścianą, tak aby przepływ powietrza przez tunel rezonansowy nie był zakłócany. Dokładna odległość od ściany tylnej może być określona wyłącznie w drodze eksperymentów odsłuchowych, a zalecenia w rodzaju „te kolumny powinny stać minimum 60 cm od ściany” należy traktować z dystansem, gdyż każde pomieszczenie jest inne.

Rys. 3. Kąt skrócenia kolumn warunkuje poziom wczesnych odbić docierających do uszu słuchacza. Ustawienie (a) w polu prawie swobodnym (bliskim) daje większą możliwość ustawienia kolumn na wprost niż ustawienie bliskie ścian bocznych (b), w którym lepsze efekty zapewni zazwyczaj skrócenie osi kolumn do środka



5. WYSOKOŚĆ USTAWIENIA GŁOŚNIKÓW (PUNKTU ODSŁUCHU)

Z tym zagadnieniem mają do czynienia przede wszystkim posiadacze kolumn podstawkowych. Znana zasada podpowiada, że uszy słuchacza oraz oś akustyczna zestawów głośnikowych (zwykle jest to wysokość, na której znajduje się głośnik wysokotonowy) powinny znajdować się na tym samym poziomie. Różnice rzędu 10-20 cm przy odległości słuchacza od bazy 2,5 m nie są znaczące i w tych granicach zwykle można (a nawet należy) swobodnie eksperymentować. Problem właściwej wysokości odsłuchu pojawia się niekiedy również w odniesieniu do małych zestawów wolnostojących. Coraz częściej spotyka się konstrukcje podłogowe o wysokości 85 cm lub nawet mniej, co oznacza, że oś akustyczna takich zestawów znajduje się ok. 70 cm nad podłogą. Wydaje się, że nie zawsze projektanci uwzględniają problem wysokości miejsca odsłuchowego, szczególnie w przypadku osób wysokich. Warto wtedy pomyśleć o wykonaniu 10-20-cm cokołów pod zestawy głośnikowe, które sprawią, że scena dźwiękowa podniesie się przynajmniej na wysokość głowy, a równowaga tonalna zbliży do neutralnej. Dodatkową zaletą takiego rozwiązania jest zwiększenie odległości głośnika basowego od podłogi, co w wielu wypadkach poprawi reprodukcję niskiego zakresu.

BAS A STEREOFONIA

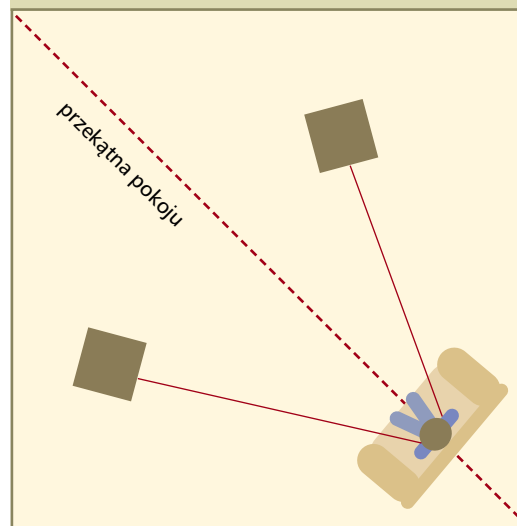
Do tej pory skupiliśmy się głównie na wpływie geometrii ustawienia głośników na aspekty przestrzenno-barwowe. Równie ważnym, a w wielu wypadkach bardziej kłopotliwym problemem jest uzyskanie równomiernego, dobrze zdefiniowanego basu. W praktyce najczęściej niestety nie jest możliwe równoczesne zoptymalizowanie obydwu aspektów ustawienia głośników.

Metoda postępowania w takich przypadkach może polegać na wyszukiwaniu, w drodze eksperymentów odsłuchowych, dwóch optymalnych ustawień głośników: jednego – pod kątem basu, drugiego – pod kątem najlepszej stereofonii. W większości pomieszczeń odsłuchowych, których rozmiary są niewielkie, a możliwe obszary ustawienia głośników ograniczone np. rozmieszczeniem mebli, obydwa ustawienia nie będą od siebie zbyt odległe. Stosując proste uśrednianie obydwu położeń głośników, prędzej czy później uzyskamy satysfakcjonujący kompromis. Trzeba tylko wykazać się cierpliwością i nie zakładać na wstępie, że cała sztuka uda się nam w ciągu jednego popołudnia! Zwykle zajmie to kilka dni, tydzień, a czasem nawet miesiąc.

Aby skrócić ten czas do minimum, warto wprowadzić ścisłą dyscyplinę odsłuchów. Trudno jest podać jeden, uniwersalny schemat postępowania, gdyż każdy ma inną wrażliwość uszu i koncentrację. Niemniej jednak warto zastosować się do następujących zasad:

- Podczas odsłuchów należy być całkowicie wypoczętym, a one same nie powinny trwać zbyt długo (jedna sesja nie dłużej niż 40-60 minut). Trzeba pamiętać, że słuch ma tendencję do adaptacji i po pewnym czasie niedoskonałości brzmienia zaczynają być traktowane jako norma.
- Należy wybrać dwa, trzy nagrania, będące testem reprodukcji basu, i tyle samo nagrań testujących stereofonię/przestrzenność. Testy jednego i drugiego ustawienia rozdzielić w czasie – nie przeprowadzać ich na przemian lub równocześnie. Wśród nagrań do testu basu powinny znaleźć się utwory zróżnicowane pod względem ilości i zakresu pasma odtwarzanych instrumentów (kontrabas, gitara basowa, gitara akustyczna, bębny, dźwięki elektroniczne, etc). Wśród nagrań do testowania stereofonii warto wybrać utwory orkiestrowe lub chóralskie o wysokiej jakości nagrania oraz mniejsze składy z wyraźnym wokalem, różniące się sposobem nagrania (bliskie i dalekie ustawienie mikrofonów).
- Należy posłużyć się płytą testową, zawierającą sygnały niskoczęstotliwościowe (częstotliwości pojedyncze oraz sinusoida płynnie przestrajana), do ustale-

Rys. 4. Diagonalne ustawienie głośników w pokoju zbudowanym na planie kwadratu



nia głównych rezonansów pomieszczenia. Nie chodzi tu o dokładny pomiar częstotliwości, tylko o stwierdzenie skali występujących podbić (strzałek) i dziur (węzłów) w paśmie akustycznym.

- Zaawansowani użytkownicy mogą sięgnąć po specjalistyczny miernik SPL (poziomu ciśnienia akustycznego). Powinien mieć on możliwość odczytu ważonego C typu slow (wolnego) i skalę decybelową z podziałką 1-2 dB.

USTAWIENIE DIAGONALNE

Pokoje o regularnym, prostopadłościennym kształcie są najmniej korzystne pod względem rozkładu modów własnych. Szczególnie krytyczne warunki stwarzają pokoje zbudowane na planie kwadratu lub zbliżonym do kwadratu. W pomieszczeniach takich duży sens ma diagonalne ustawienie kolumn. Jako oś symetrii ustawienia traktujemy przekątną podłogi. Kolumny znajdują się dzięki temu w dużej odległości od narożników. W większości sytuacji, ustawienie diagonalne zapewni bardziej równomierne odtwarzanie basu, mniejszy poziom podbarwień rezonansowych, bez uszczerbku dla jakości sceny dźwiękowej.

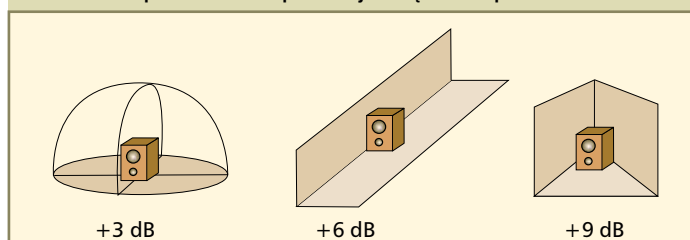
WSPOMAGANIE BASU PRZEZ POKÓJ

Wśród audiofilów panuje rozpowszechnione przekonanie, że im dalej kolumny ustawimy od ścian, tym lepsza jest reprodukcja basu. Twierdzenie to ma ograniczone zastosowanie w praktyce, jest bowiem prawdziwe tylko dla dość wąskiego obszaru (pasa) w pobliżu ścian. Obowiązuje zatem dla pomieszczeń małych.

Współczesna wiedza z dziedziny akustyki podpowiada, że źródło promieniowania o charakterystyce dookólnej, umieszczone przy nieskończonej płaszczyźnie ograniczającej, zwiększa natężenie promieniowanego dźwięku o 3 dB, czyli dwukrotnie. Fala dźwiękowa jest bowiem emitowana nie w pełnym kącie bryłowym (4π), tylko w kącie 2π . Ograniczenie źródła dźwięku drugą płaszczyzną prostopadłą do pierwszej powoduje kolejne zawężenie (2-krotne) kąta emisji fal dźwiękowych, a zatem wzrost głośności o kolejne 3 dB. Ograniczenie źródła dźwięku trzema prostopadłociennymi płaszczyznami (czyli ustawienie go w narożniku pomiędzy podłogą a ścianami bocznymi) spowoduje podbicie poziomu głośności o $3+3+3 = 9$ dB. Dla konwencjonalnych kolumn głośnikowych (nie dipoli) przybliżenie takie jest dopuszczalne, gdyż niskie tony są odtwarzane niekierunkowo.

To proste rozumowanie jest słuszne tylko dla sytuacji, gdy źródło dźwięku (kolumna) stoi przy samej ścianie. Choćby niewielkie oddalenie głośnika od ścian (narożnika) silnie zmienia rozkład strzałek i węzłów fal stojących wewnątrz pomieszczenia. Wynika to z faktu, iż fale akustyczne rozchodzą się ze skończoną (niewielką) prędkością. Fala odbita od ściany ma przesuniętą fazę względem fali bezpośredniej w dowolnym punkcie pomieszczenia. Jest to prawda dla dowolnej częstotliwości, jednak największy wpływ tego efektu na charakterystykę częstotliwościową typowego pokoju ujawnia się dla fal najdłuższych, czyli w zakresie basu. Dla większych częstotliwości następuje uśrednianie poziomów, gdyż przesunięcia fazowe, wywołane odbiciami od ścian, wielokrotnie przekraczają okres fal o częstotliwościach średnich i dużych. Jeśli wyobrazimy sobie, że każdy typowy pokój ma sześć powierzchni ograniczających i od każdej z nich fale dźwiękowe odbijają się, to natężenie dźwięku w danym punkcie pomieszczenia dla częstotliwości określonej f jest superpozycją (złożeniem) fali bezpośredniej (promieniowanej przez głośnik) oraz jej odbici od sześciu płaszczyzn. Nic dziwnego, że obliczenie natężenia dźwięku w zadanym punkcie pokoju odsłuchowego wymaga użycia zaawansowanych metod numerycznych. Najważniejsze są jednak wnioski jakościowe, wypływające z powyższego rozumowania. Pierwszy, podstawowy jest taki, że tylna ściana jest tylko jedną z sześciu powierzchni ograniczających. Równie istotna interakcja głośników zachodzi ze ścianami bocznymi, które nierzadko znajdują się bliżej głośników niż ściana tylna. Każde ustawienie głośników inne niż w narożniku zmienia położenie strzałek fal stojących w pomieszczeniu w stosunku do położenia charakterystycznych dla modów własnych pomieszczenia (łatwo jest wyznaczyć te najprostsze, czyli osiowe). Dzięki temu zjawisku, w drodze żmudnych prób odsłuchowych, możemy zmniejszyć ich natężenie lub rozkład w taki sposób, aby były mniej słyszalne w punkcie odsłuchowym. Nigdy nie uda się jednak wyeliminować problemu rezonansów niskotonowych w pomieszczeniu. Duży wpływ na odtwarzanie basu ma odległość głośnika basowego (lub głośników basowych) od podłogi. W przypadku głośników podstawkowych

Rys. 5. Poglądowa ilustracja zależności poziomu niskich tonów od ustawienia głośników względem ścian pomieszczenia. Ustawienie kolumn w narożniku pomieszczenia powoduje zwiększenie poziomu basu o 9 dB



również i to warto uwzględnić. Wyższe ustawienie głośników generalnie zmniejszy poziom niskich tonów, przy czym należy zwrócić uwagę, aby odległość woofera od podłogi była różna od odległości do ściany bocznej, a ta z kolei różna od odległości od ściany tylnej (wszystkie odległości mierzymy od cewki głośnika). Na ilość i charakter niskich tonów mają wpływ nie tylko odległości od wszystkich powierzchni ograniczających (szczególnie od ściany tylnej i ścian bocznych), ale również wzajemne relacje tych odległości (powinny być one maksymalnie różne), jak również szerokość rozstawienia głośników, czyli bazy stereo.

KONKLUZJA

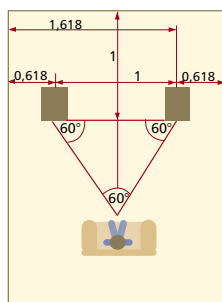
Z mojego doświadczenia wynika, że metoda Cardasa daje bardzo dobre wyniki. Nawet jeśli nie zawsze możliwe jest ustawienie głośników zgodnie z zasadą złotego współczynnika lub też pokój okazuje się zbyt mały, to rezultaty sugerowanych ustawień mogą szybko naprowadzić na właściwy trop. Tak czy inaczej, znalezienie optymalnego ustawienia głośników w pomieszczeniu jest sztuką, wymagającą cierpliwości, precyzji i nieraz żmudnych eksperymentów. Pomęcz się jednak warto. Efekty prac mogą bowiem przejść nasze oczekiwania. Następnym odcinek w cyklu *Akustyka wewnątrz* poświęcimy ustawianiu głośników w systemie wielokanałowym.

METODA G. CARDASA

Istnieje bardzo ciekawa koncepcja optymalizacji położenia głośników w pomieszczeniu, propagowana przez George'a Cardasa – założyciela firmy kablowej Cardas Audio. Metoda ta sprytnie wykorzystuje ciekawą właściwość elementów matematycznego ciągu Fibonacciego (0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, ...). Każdy z nich (F_n) jest liczbą naturalną będącą sumą dwóch poprzednich elementów ($F_n = F_{n-1} + F_{n-2}$, przy czym $F_1 = 0, F_2 = 1$). Interesująca jest właściwość tego ciągu, polegająca na tym, że stosunek dowolnych dwóch kolejnych jego elementów wynosi w przybliżeniu 1,618 (dąży do tej wartości). Cardas argumentuje, że odpowiednie wykorzystanie tego współczynnika (*Golden Ratio*) gwarantuje maksymalne rozproszenie modów pomieszczenia w obecności zestawów głośnikowych. Chodzi o to, aby w jak najmniejszym stopniu występowało niekorzystne zjawisko nakładania się sąsiednich modów drgań własnych pomieszczenia. W zależności od proporcji pomieszczenia odsłuchowego, Cardas proponuje trzy różne odmiany swej metody, wszystkie jednak mające jedną wspólną cechę: stosunek odległości głośników od ścian tylnej i bocznych powinien być równy liczbie 1,618 lub jej odwrotności (w pokoju kwadratowym).

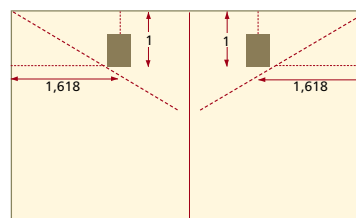
A. POKÓJ PROSTOKĄTNY

Odsłuch w polu bliskim, quasi-bezpośrednim (mały udział wczesnych odbić w polu odsłuchowym). Kolumny i słuchacz na planie trójkąta równobocznego; odległość kolumn od ściany tylnej (liczona od przodu obudów) jest równa szerokości bazy (1). Ściany boczne w odległości 0,618 (szerokości bazy) od osi głośników. Wadą tej metody jest to, że ma ona znikome zastosowanie w małych pomieszczeniach, mniejszych niż 4,5 x 5 m (dla takiego pokoju trójkąt odsłuchu ma bok o długości zaledwie 2 m).



B. POKÓJ PROSTOKĄTNY (USTAWIENIE NA ŚCIANIE DŁUŻSZEJ)

Jeśli, ze względów praktycznych, kolumny nie mogą stać na ścianie krótszej (co jest korzystniejsze), to możliwe jest zastosowanie odwrotnej proporcji złotego współczynnika: stosunek odległości głośników od ścian bocznych do odległości głośników od ściany tylnej powinien wynosić 1,618.



C. POKÓJ KWADRATOWY

Alternatywą dla diagonalnego ustawienia głośników w pokoju na planie kwadratu jest ustawienie zgodne z wariantem A, ale bez wskazania szerokości bazy stereo. Kolumny należy przesuwac wzdłuż linii wychodzących z narożników za punkty oddalone o 8 (lub 13) jednostek długości od ściany tylnej i o 5 (lub 8) jednostek długości od ścian bocznych.

