

SPRZĘT ELEKTRONICZNY POWSZECHNEGO UŻYTKU	N O R M A B R A N Ż O W A	BN-84 3325-13
	Sprzęt elektroniczny powszechnego użytku Badania odsłuchowe Wytyczne określania kierunku pozornych źródeł dźwięku przy odtwarzaniu stereofonicznym	
		Grupa katalogowa 1909

1. WSTĘP

Przedmiotem normy jest metoda słuchowego wyznaczenia kierunku pozornych źródeł dźwięku, przy transmisji systemem dwukanałowej stereofonii głośnikowej, w warunkach zapewniających powtarzalność wyników.

W badaniach tych określa się kierunek dźwięku docierającego do słuchacza w płaszczyźnie poziomej. Norma nie obejmuje metod badań innych informacji, dotyczących lokalizacji źródeł dźwięku, takich jak: kąt wzniesienia (kierunkowość w płaszczyźnie pionowej) i odległość pozornego źródła od słuchacza.

Określanie kierunku położenia pozornych źródeł dźwięku jest szczególnie ważne przy ocenie urządzeń mających tzw. układy elektronicznego poszerzenia bazy obrazu dźwiękowego, w których pomimo niewielkiej odległości między głośnikami uzyskuje się pozornie efekt rozmieszczenia tych źródeł na większej szerokości.

W opisaney niżej metodzie wykorzystuje się zdolności słuchu ludzkiego do określania kierunku fali dźwiękowej docierającej do słuchacza.

W rozumieniu niniejszej normy wynik oceny subiektywnej stanowi średnia arytmetyczna z ocen wykonanych przez odpowiednio dobranych słuchaczy, z których każdy określa kilkakrotnie kierunek pozornego źródła dźwięku.

Obok oceny uśrednionej podaje się w wynikach badań odchylenia standardowe dla poszczególnych słuchaczy. Aby badania cechowała duża powtarzalność dająca podstawę do porównywania urządzeń, konieczne jest unormowanie następujących wymagań:

- cechy charakterystyczne pomieszczenia odsłuchowego,
- umiejscowienie obiektów układu pomiarowego w pomieszczeniu,
- kwalifikacje osób oceniających i licznosc grupy odsłuchowej,
- rodzaj sygnałów testowych,
- sposób przeprowadzania badań,
- warunki pracy i instrukcja robocza zespołu słuchaczy,

- warunki pracy urządzeń elektroakustycznych,
- sposób oceny i prezentacji wyników.

Sprecyzowanie ustaleń dotyczących ww. wymagań jest przedmiotem niniejszej normy.

W przypadku badania części toru elektroakustycznego pozostałe elementy toru nie powinny wprowadzać zniekształcenia lokalizacji.

2. CECHY CHARAKTERYSTYCZNE POMIESZCZENIA ODSŁUCHOWEGO

Pomieszczenie do badań odsłuchowych powinno być zbliżone pod względem wielkości, wyglądu i wyposażenia do pokoju mieszkalnego.

Pomieszczenie powinno mieć w przybliżeniu kształt prostopadłościanu o wymiarach podanych w tabl. 1.

Tablica 1. Wymiary pomieszczenia odsłuchowego¹⁾

Parametry pokoju	Granice wymiarów	Zalecane typowe wymiary
Objętość (kubatura)	60 ÷ 110 m ³	80 m ³
Wysokość	2,5 ÷ 3 m	2,8 m
Długość	≥ 6 m	6,7 m
Szerokość	≥ 4,2 m	4,2 m

Właściwości akustyczne pomieszczenia odsłuchowego powinny być zgodne z BN-80/3325-11 p. 1 b).

Wskazane jest, aby ocena pomieszczenia odsłuchowego zawierała wyniki badania jego częstotliwościowej charakterystyki przenoszenia, zmierzonej na drodze: głośnik badanego urządzenia — głowa słuchacza, przy użyciu zmieniającego się w sposób ciągły tonu sinusoidalnego (dopuszcza się zastosowanie szumu różowego filtrowanego filtrami tercjowymi).

¹⁾ Wymagania w zakresie wymiarów, wyglądu oraz czasu pogłosu pomieszczenia odsłuchowego są zgodne z projektem publikacji nr 268-13 (dokument 29 B (Sekretariat) 189 z września 1981 r.).

Zgłoszona przez Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Elektronicznego Sprzętu Powszechnego Użytku
 Ustanowiona przez Naczelnego Dyrektora Centralnego Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Elektronicznego Sprzętu
 Powszechnego Użytku dnia 19 października 1984 r.
 jako norma obowiązująca od dnia 1 kwietnia 1985 r.
 (Dz. Norm. i Miar nr 16/1984 poz. 35)

Czas pogłosu pomieszczenia odsłuchowego¹⁾ powinien zmieniać się w możliwie niewielkim stopniu w funkcji częstotliwości. Średnia wartość czasu pogłosu zmierzonego w pasmie częstotliwości 250 ÷ 4000 Hz powinna mieścić się w granicach 0,3 ÷ 0,6 s. W powyższym przedziale częstotliwości poszczególne wartości zmierzonego czasu pogłosu nie powinny odbiegać od wartości średniej bardziej niż o 25%. Poniżej 250 Hz oraz powyżej 4000 Hz dopuszcza się odchyłkę ponad 25% od średniej wartości uzyskanej dla pasma średniotonowego, z tym, że czas pogłosu nie powinien przekraczać 0,8 s poniżej 50 Hz.

Czas pogłosu powinien być mierzony przy użyciu szumu różowego podzielonego na pasma o szerokości $\frac{1}{3}$ oktawy w zakresie częstotliwości co najmniej 100 ÷ 5000 Hz. Mikrofon użyty do pomiaru czasu pogłosu powinien być wszechkierunkowy. Pomiar należy przeprowadzić przy co najmniej trzech położeniach mikrofonu, przy czym jedno z nich powinno być bezpośrednio nad fotelem słuchacza. Źródło dźwięku powinno znajdować się w położeniu odpowiadającym badanemu urządzeniu z wbudowanymi głośnikami (rys. 1). Poziom natężenia dźwięku źródła, mierzony w każdej tercji pomiarowej, powinien być większy o 40 dB od poziomu zakłóceń w pomieszczeniu. Pomiar należy wykonywać bez obecności słuchaczy²⁾.

W pomieszczeniu odsłuchowym nie powinny występować słyszalne rezonanse mechaniczne przedmiotów jego wyposażenia. Wszelkie niepożądane drgania mechaniczne powinny być stłumione. Pomieszczenie odsłuchowe powinno mieć oświetlenie zapewniające swobodny odczyt wartości na podziałce określającej kierunek pozornego źródła dźwięku (rys. 1 i 2). Promienie światła nie powinny padać bezpośrednio do oczu słuchacza.

Temperatura otoczenia powinna zawierać się w granicach 18 ÷ 26°C, przy czym zalecaną temperaturą jest 20°C.

Poziom względnej wilgotności powinien zawierać się w granicach 25 ÷ 75%.

Ciśnienie atmosferyczne powinno zawierać się w granicach 860 ÷ 1060 hPa.

Poziom szumów i zakłóceń akustycznych występujących w miejscu, gdzie znajduje się fotel słuchacza (w czasie nieobecności odsłuchującego), mierzony zgodnie z PN-79/T-06460, powinien być mniejszy od 35 dB (mierzony miernikiem poziomu dźwięku — skala A).

Elementy wyposażenia pomieszczenia odsłuchowego powinny być tak rozmieszczone, aby była zapewniona symetria właściwości akustycznych obu ścian bocznych pomieszczenia względem słuchacza.

¹⁾ Wymagania w zakresie wymiarów, wyglądu oraz czasu pogłosu pomieszczenia odsłuchowego są zgodne z projektem publikacji nr 268-13 (dokument 29 B (Sekretariat) 189 z września 1981 r.).

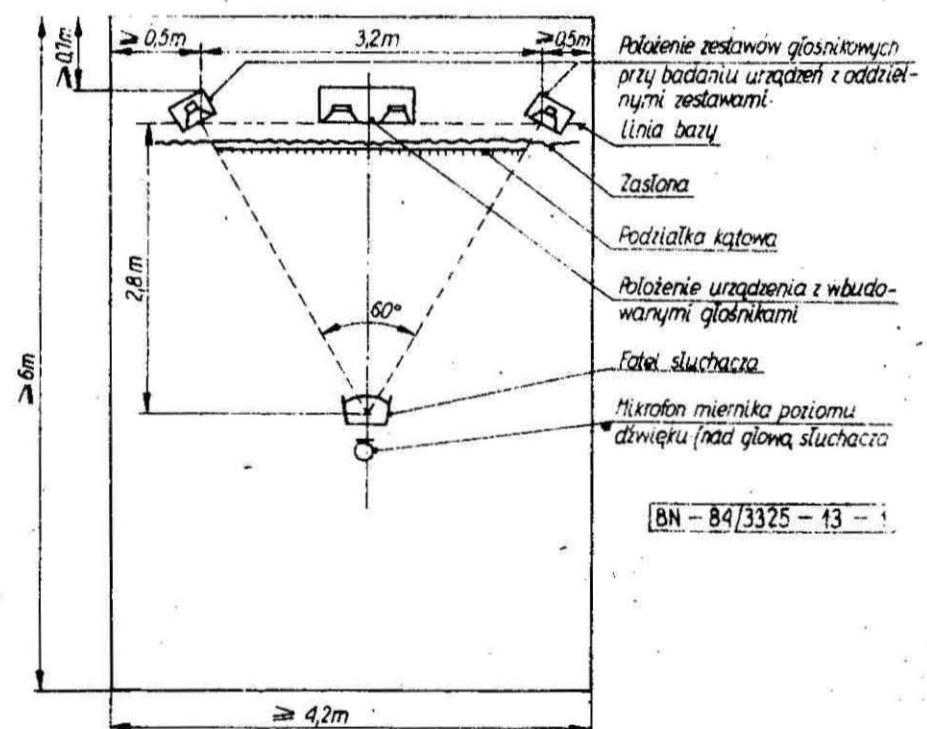
²⁾ Sposób pomiaru czasu pogłosu jest zgodny z normą ISO 3382-1975 (E).

3. UMIEJSCOWIENIE OBIEKTÓW UKŁADU POMIAROWEGO W POMIESZCZENIU ODSŁUCHOWYM

Sposób rozmieszczenia obiektów układu pomiarowego podano na rys. 1. Na rysunku tym pominięto szczegóły wyposażenia pokoju niezbędne dla uzyskania odpowiedniego wytłumienia akustycznego i osiągnięcia właściwego czasu pogłosu.

Z uwagi na konieczność zachowania powtarzalności ocen, w pomieszczeniu przewidziano jedno stanowisko odsłuchu, tj. fotel słuchacza.

Na rys. 1 określono położenia stereofonicznych źródeł dźwięku dwóch rodzajów: 2 zestawy głośnikowe wzorcowe lub oddzielne zestawy głośnikowe badanego urządzenia oraz urządzenie z wbudowanymi głośnikami (wzorcowe lub badane). Urządzenie z wbudowanymi głośnikami zajmuje położenie środkowe na osi fotela słuchacza.



Rys. 1. Plan pokoju odsłuchowego

Dwa zestawy głośnikowe stosuje się przy badaniach urządzeń stereofonicznych z zewnętrznymi zestawami głośnikowymi, jak również przy weryfikacji osób oceniających kierunki pozornych źródeł dźwięku (zestawy wzorcowe).

Przy badaniach urządzeń stereofonicznych z wbudowanymi głośnikami, np. przy ocenie efektywności układów elektronicznych poszerzania bazy — badany obiekt umieszcza się w położeniu środkowym.

Za odległość fotela słuchacza od linii bazy przyjęto 2,8 m, co przy długości bazy naturalnej około 3 m, daje szerokość kąta odsłuchu równą 60°.

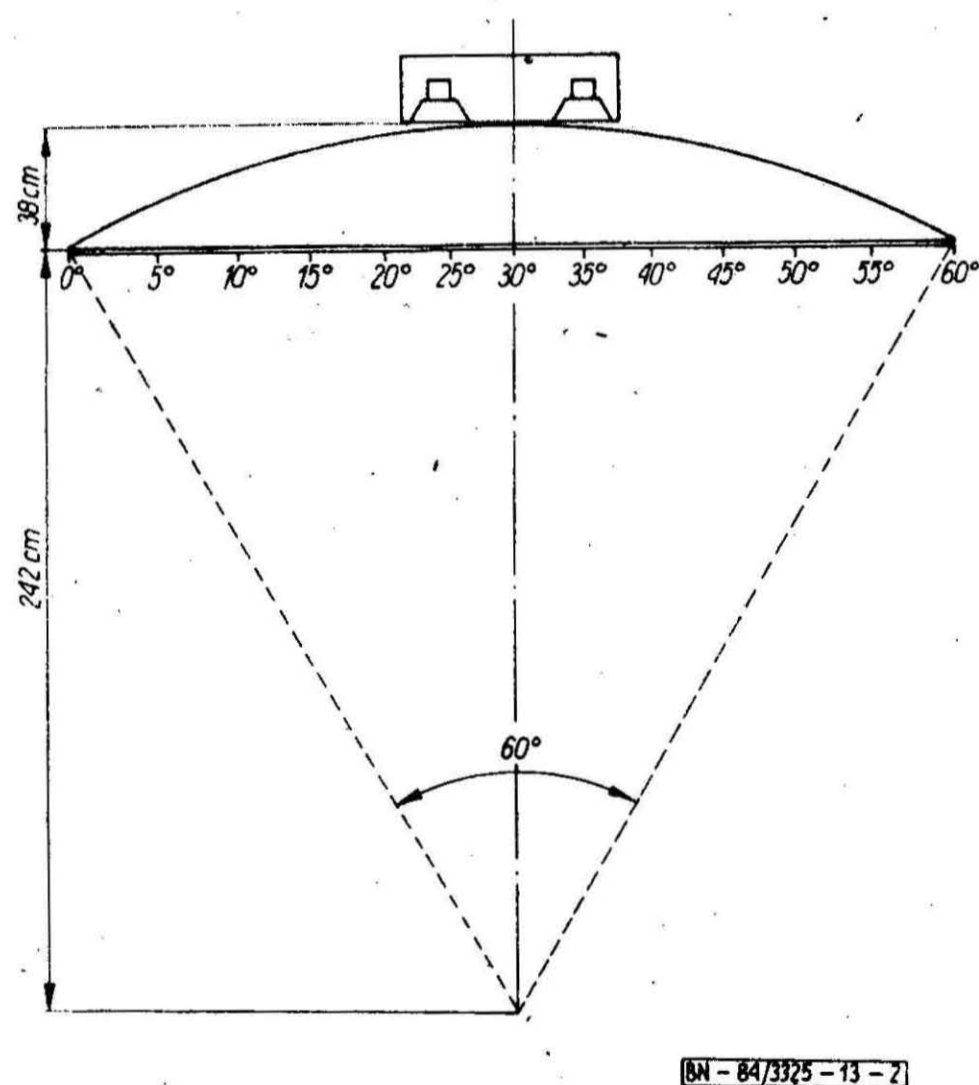
W celu wyeliminowania oddziaływania wzrokowego, badane obiekty należy zasłonić przed wzrokiem słuchacza specjalną zasłoną, której tłumienie dźwięku powinno być pomijalnie małe. Zasłona ta powinna być umieszczona w pobliżu badanych obiektów. Przed zasłoną należy umieścić skalę z podziałką kątową. Przykład wy-

skalowania podano na rys. 2. Cyfry określające podziałkę kątową skali powinny być czytelne dla słuchacza siedzącego w odległości około 2,4 m od skali. W uzasadnionych przypadkach można rozszerzyć zakres kątowny odczytu przez użycie skali o kształcie kołowym, jak również stosować skalę o wartościach kątów dodatnich i ujemnych względem osi symetrii układu.

Przy badaniu niewielkich urządzeń z wbudowanymi głośnikami, np. radiomagnetofonów przenośnych, dopuszcza się zmniejszenie odległości fotela słuchacza od badanego obiektu do 1,4 m. Odpowiedniemu zmniejszeniu musi wówczas ulec skala z podziałką kątową. Przyjętą odległość odsłuchu należy podać w protokole badań.

Badane zestawy głośnikowe lub urządzenia należy umieszczać na takiej wysokości, aby ós głośników wysokotonowych znajdowała się na poziomie głowy siedzącego słuchacza (około 1,2 m).

Badane obiekty powinny być umieszczone w odległości nie mniejszej niż 0,5 m od ścian bocznych pomieszczenia (mierząc od osi głośnika) i 0,7 m od ściany tylnej.



Rys. 2. Przykład wyskalowania podziałki do odczytu kątów

4. KWALIFIKACJE OSÓB OCENIAJĄCYCH I LICZNOŚĆ GRUPY ODSŁUCHOWEJ

Kwalifikacje słuchaczy powinny być zgodne z BN-80/3325-11 p. 3. Jednakże ze względu na specyfikę oceny, szczególnie starannego sprawdzenia wymaga zdolność słuchaczy do określania kierunku niewidocznego źródła dźwięku. Jednym ze sposobów sprawdzenia tej cechy jest zastosowanie szeregu jednakowych głośników lub zestawów głośnikowych rozmieszczonych za zasłoną w jednakowych odległościach od siebie wzdłuż odcinka łuku okręgu, w którego środku znajduje się słuchacz.

Liczba głośników powinna wynosić co najmniej 10. Każdy z nich powinien być zasilany indywidualnie, w sposób nieuporządkowy i nieznany dla słuchacza. Ponieważ położenie tych źródeł dźwięku jest dokładnie określone, łatwo jest sprawdzić, czy dany słuchacz potrafi prawidłowo ocenić kierunek dźwięku. Jako sygnał testowy przy tym badaniu powinien służyć fragment mowy i muzyki.

Innym sposobem weryfikacji słuchaczy pod tym względem jest metoda analizy statystycznej wyników ocen poszczególnych osób, uzyskanych przy indywidualnym odsłuchu sygnałów, (np. pojedynczych instrumentów orkiestry, występujących w specjalnych nagraniach testowych opisanych w p. 5).

Liczność grupy odsłuchowej powinna być zgodna z BN-80/3325-11 p. 2. Grupa o liczności co najmniej 20 osób powinna uczestniczyć w badaniach o dużym stopniu ważności, np. przy ocenie nagrań testowych używanych jako wzorzec, czy przy ocenie wpływu pomieszczenia na prawidłowość lokalizacji źródeł dźwięku.

W przypadku badań standardowych grupę odsłuchową można ograniczyć do minimum 5 osób charakteryzujących się bardzo dobrą rozróżnialnością kierunku dźwięku (małymi odchyłkami indywidualnymi).

5. RODZAJ SYGNAŁÓW TESTOWYCH

Nagranie testowe przeznaczone do badania odsłuchowego kierunków pozornych źródeł dźwięku powinno stanowić zapis szeregu solowych fragmentów muzycznych typowych instrumentów, rozmieszczonych na poziomej estradzie w odpowiednich miejscach tak, jak w czasie koncertu orkiestry symfonicznej.

Kierunki rozmieszczenia poszczególnych instrumentów słyszanych przez osobę oceniającą, siedzącą w wierzchołku trójkąta równobocznego (długość boku równa szerokości estrady) powinny być podane w opisie nagrania¹⁾.

Poszczególne fragmenty programu testowego powinny trwać około 30 s. Odstępy czasu między tymi fragmentami powinny wynosić co najmniej 10 s, w celu

¹⁾ Do czasu sporządzenia opisanego nagrania specjalnego do badania można wykorzystać istniejące już nagrania na gramofonowej płycie testowej „Die dhfi Schallplatte nr 4 — Orchester — Instrumente heute und zur Barockzeit”, opracowanej przez Deutsches High-Fidelity Institute V., Frankfurt a.M. — RFN, wydanej przez Hi-Fi Stereophonie — Verlag G. Braun, Karlsruhe — RFN. Strona A płyty zawiera nagrania 34 instrumentów solo wchodzących w skład współczesnej orkiestry symfonicznej oraz instrumentów dawnych (barokowych).

Zaleca się wykonanie selekcji materiału muzycznego tej płyty do sporządzenia programu testowego (przeniesionego na taśmę magnetofonową) do badań stanowiących przedmiot niniejszej normy.

Podczas kopiowania programu nie należy stosować żadnych dodatkowych urządzeń (np. reduktorów szumów), mogących wprowadzić zniekształcenia fazowe, powodujące zmianę lokalizacji pozornych źródeł dźwięków. Ponieważ powyższe nagranie nie zawiera informacji o kierunkach rozmieszczenia poszczególnych instrumentów, wielkości te można wyznaczyć na drodze odsłuchu przez 20-osobową ekipę, przy użyciu wzorcowych zestawów głośnikowych.

umożliwienia zanotowania wyniku oceny kąta. Przed każdym fragmentem muzycznym powinna być nagrana słowna zapowiedź kolejnego numeru fragmentu.

6. SPOSÓB PRZEPROWADZANIA BADAŃ

W czasie wykonywania odsłuchów średni poziom natężenia dźwięku sygnału testowego, mierzony zgodnie z PN-79/T-06460, powinien wynosić $75 \div 80$ dB (mierzony miernikiem poziomu dźwięku — skala B). Położenie mikrofonu pomiarowego przy mierzeniu tego poziomu powinno być zgodne z rys. 1.

Podczas badania każdy słuchacz ocenia indywidualnie kierunek źródła dźwięku, odczytując odpowiedni kąt na podziałce umieszczonej przed zasłoną. W przypadku występowania wrażenia, że dźwięk nie przychodzi ze źródła punktowego, a powstaje w pewnym odcinku przestrzeni, jako wynik badania należy przyjąć kąt odpowiadający średniej arytmetycznej tego zakresu.

Każdy słuchacz ocenia w ten sposób kierunki źródeł dźwięku we wszystkich fragmentach muzycznych występujących w teście. W celu zwiększenia dokładności wyników, każdy słuchacz powtarza trzykrotnie ocenę całego testu przy czym kolejne odsłuchy tego testu powinny być przedzielane przerwami trwającymi co najmniej 0,5 h.

W przypadku badania urządzeń wyposażonych w regulatory służące do zmiany szerokości bazy akustycznej należy przeprowadzić odsłuchy dla skrajnych położonych tych regulatorów.

7. WARUNKI PRACY I INSTRUKCJA ODSŁUCHOWA ZESPOŁU SŁUCHACZY

Warunki pracy zespołu słuchaczy i instrukcja odsłuchowa powinny być zgodne z BN-80/3325-11 p. 9.

8. WARUNKI PRACY URZĄDZEŃ

Warunki pracy urządzeń związanych z odsłuchem powinny być zgodne z BN-80/3325-11 p. 10.

9. SPOSÓB OCENY I PREZENTACJI WYNIKÓW

Wartość oceny (a_n) danego słuchacza n przyjmuje się dla każdego fragmentu jako średnią arytmetyczną trzech ocen i oblicza się wg wzoru

$$a_n = \frac{\sum_{i=1}^3 a_{in}}{3} \quad (1)$$

w którym a_{in} — kolejna i -ta ocena tego samego fragmentu wykonana przez słuchacza n .

Na podstawie odchylek poszczególnych ocen a_{in} od wartości średniej a_n oblicza się odchylenie standardowe danego słuchacza S_n wg wzoru

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 (a_{in} - a_n)^2}{2}} \quad (2)$$

Wynikową ocenę ekipy odsłuchowej (a_E) o liczności N oblicza się dla każdego fragmentu jako wartość średnią ocen poszczególnych członków ekipy, wg wzoru

$$a_E = \frac{\sum_{n=1}^N a_n}{N} \quad (3)$$

Odchylenie standardowe przeciętnego słuchacza ekipy (S_E) względem oceny danego fragmentu przez całą ekipę wyznacza się z wzoru

$$S_E = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{n=1}^N (a_n - a_E)^2} \quad (4)$$

Wartość S_E charakteryzuje również wielkość błędu oceny danego fragmentu.

Ochylenia standardowe S_E mogą się znacznie różnić dla poszczególnych fragmentów testu (ocena różnych instrumentów muzycznych i różnych kierunków). Zwłaszcza lokalizacja instrumentów promieniujących dzięki małej częstotliwości i o małej zawartości formantów nastęca duże trudności, co wpływa na wzrost wartości S_E . Dlatego istotne znaczenie ma trafny dobór programu muzycznego, jak i dobór samych instrumentów. Słuchaczy biorących udział w teście powinny cechować małe wartości odchylenia S_n , świadczące o zdolności koncentracji uwagi słuchowej. Natomiast małe odchyłki oceny a_n od wartości średniej a_E świadczą, że dany słuchacz ocenia kierunek w sposób zbliżony do przeciętnej ceny całej ekipy

Ze względu na niewielką licznosc próbek (liczba ocen dla poszczególnych ekspertów oraz liczba ekspertów) celowe jest obliczanie przedziału ufności dla wartości średniej z ocen poszczególnych członków zespołu a_E . Przedział ufności należy obliczać dla poziomu ufności: $1 - \alpha = 0,99$ wg następujących wzorów:

$$\text{górną granicę przedziału: } a_{Eg} = a_E + t_\alpha \cdot \frac{S_E}{N} \quad (5)$$

$$\text{dolną granicę przedziału: } a_{Ed} = a_E - t_\alpha \cdot \frac{S_E}{N} \quad (6)$$

w którym t_α — wartość krytyczna rozkładu t -Studenta o $N-1$ stopniach swobody dla $\alpha = 0,01$.

Wyniki ocen zestawia się w tabl. 2 i 3.

Tablica 2. Oceny indywidualnych słuchaczy dla poszczególnych fragmentów

Słuchacz
(nazwisko i imię) nr (n)

Numer fragmentu	Oceny			a_n	S_n
	a_{1n}	a_{2n}	a_{3n}		
1					
2					
⋮					
⋮					

Tablica 3. Oceny ekipy dla poszczególnych fragmentów

Numer fragmentu	Oceny słuchaczy				Wyniki ekipy		Uwagi
	a_1	a_2	...	a_N	a_E	S_E	
1							
2							

W uwagach można podać inne szczegóły dotyczące danego fragmentu, jak np. kąt kierunku oryginalnego nagrania.

W badaniach odsłuchowych urządzeń z poszerzoną bazą istotną rolę odgrywa pozorna szerokość bazy, którą można obliczać w umownej skali jako różnicę $a_{E_{max}} - a_{E_{min}}$ dla fragmentów słyszanych pod największym i najmniejszym kątem.

W ocenie wierności stereofonicznego przenoszenia kierunku należy porównać wyniki uzyskane z odsłuchu danego urządzenia z wynikami dla urządzenia wzorcowego. Różnice lokalizacji poszczególnych instrumentów (fragmentów) w obu przypadkach świadczą o występowaniu zniekształceń przenoszenia informacji kątowej przez badane urządzenie.

Dla zilustrowania wyników i łatwiejszego ich porównania zaleca się sporządzanie wykresów.

K O N I E C

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę — Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Elektronicznego Sprzętu Powszechnego Użytku, Warszawa.

2. Normy związane

PN-79/T-06460 Mierniki poziomu dźwięku. Ogólne wymagania i badania

BN-80/3325-11 Sprzęt elektroniczny powszechnego użytku. Wytyczne do badań odsłuchowych

3. Dokumenty wykorzystane przy opracowywaniu normy

PN/T-01009 (projekt) Słownictwo Telekomunikacyjne. Elektroakustyka. Nazwy i określenia

4. Normy i zalecenia międzynarodowe

IEC 123 (1961) Recommendation for Sound Level Meters

IEC 543 (1976) Informative Guide for Subjective Listening Test

IEC 268-13 Sound System Equipment. Part 13: IEC Report on Listening Test on Loudspeakers 29 B (Secretariat) 189 September 1981

IEC Std 100-1977 — IEE Standard Dictionary of Electrical and Electronic Terms. Second Edition

ISO 3382 — 1975 (E) Acoustics — Measurement of reverberation time in auditoria

5. Literatura pomocnicza

1. Brandt S.: Metody statystyczne i obliczeniowe analizy danych Warszawa: PWN 1974.

Ćwikowski L., Czerniewski J., Komornicki Z.: Kompleksowa analiza wymagań na elektroakustyczne parametry esp (Założenia do PN na badania odsłuchowe OR, OTV, wzmacniaczy i zestawów głośnikowych). Projekt Instrukcji do tymczasowego stosowania. 1977.

Gabrielson A.: Statistical Treatment of Data from Listening Test and Sound-Reproducing Systems. Report From Technical Audiology. Karolinska Institutet. Stockholm, No 92/1979.

Łętowski T.: Słuchowa ocena urządzeń elektroakustycznych. Zeszyty Naukowe COBR nr 27/1976. Zeszyt Problemowy.

6. Autorzy projektu normy — mgr inż. K. Brodnicki, inż. Z. Komornicki — Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Elektronicznego Sprzętu Powszechnego Użytku Warszawa, ul. Ratuszowa 11.