

W. KUNISZYK-JÓŹKOWIAK

Obwiednia mowy w diagnostyce i terapii jąkania

WSTĘP

Jąkanie jest zaburzeniem mowy, a jego mechanizm nie jest znany. Charakteryzuje się różnym stopniem natężenia u poszczególnych jąkających się w różnych sytuacjach mówienia. Obecnie na bardzo wiele sposobów można pomóc osobom jąkającym się w przezwyciężaniu trudności w mówieniu. Szeroko stosowane są metody wprowadzające opóźnione dźwięki własnej mowy do pętli słuchowego sprzężenia zwrotnego mówiącego. Zmiany w mowie osób normalnie mówiących pod wpływem opóźnionego słuchowego sprzężenia zwrotnego (zwanego w literaturze w skrócie DAF) zaobserwował po raz pierwszy Lee w 1950 roku [1,2]. Praktycznie zastosował opóźnione dźwięki mowy w terapii jąkania jako jeden z pierwszych Adamczyk [3-8] nazywając je dźwiękami echa (stąd późniejsza nazwa *metoda „echo”*). Od tego czasu przeprowadzono na świecie bardzo wiele badań dotyczących tych oddziaływań (nie cytuję ich ze względu na wielką liczbę).

Dźwięki echa mogą być zastąpione w terapii jąkania dźwiękami pogłosu, które powodują porównywalną redukcję natężenia jąkania przy mniejszym spowolnieniu mowy [9-13].

Efekty korekcyjne są obserwowane nawet przy znacznym ograniczeniu zawartości informacyjnej sygnałów echa (lub pogłosu).

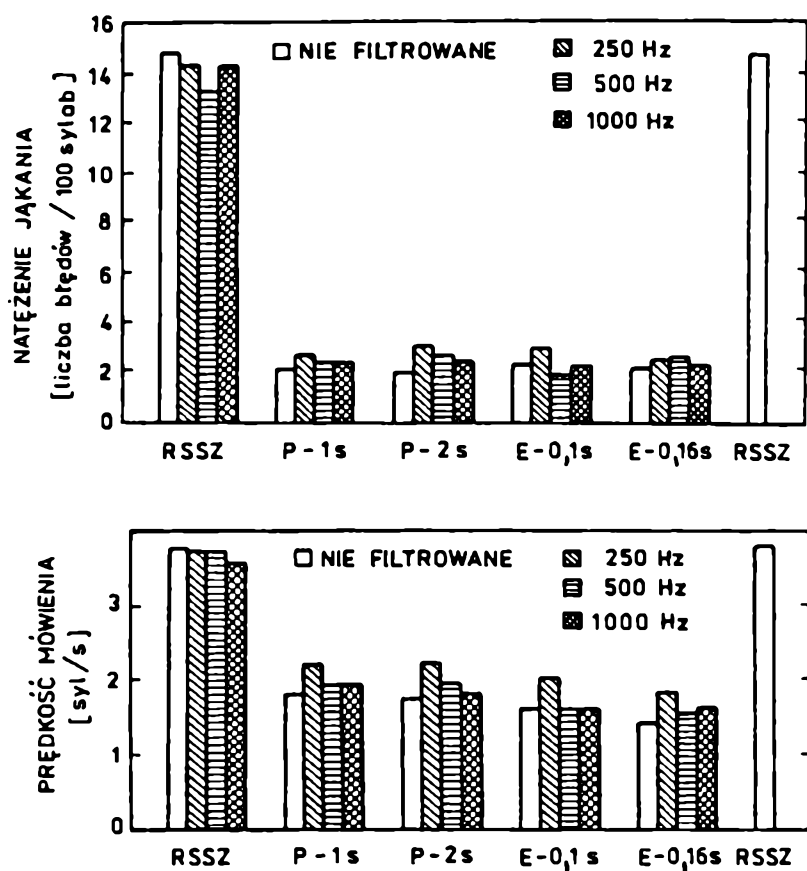
Celem przedstawionej pracy jest przegląd badań nad możliwościami wykorzystania sygnałów mowy o ograniczonej zawartości informacyjnej w diagnostyce i terapii jąkania.

Zawartość informacyjną dźwięków echa i pogłosu można ograniczać w różny sposób. Jednym z nich jest ograniczenie pasma częstotliwości przekazywanych sygnałów.

WPLYW OGRANICZONYCH CZĘSTOTLIWOŚCIOWO DŹWIEKÓW ECHA I POGŁOSU NA PROCES MÓWIENIA

W badaniach nad oddziaływaniem filtrowanych sygnałów echa i pogłosu na proces mówienia stosowano kombinacje filtrów pasmowych o różnych częstotliwościach środkowych i szerokościach pasm z różnymi czasami opóźnienia echa i różnymi czasami pogłosu [14–16]. Rycina 1 przedstawia natężenia jękania i prędkości mówienia przy oddziaływaniach echa (o czasach opóźnienia 0,1 s i 0,16 s) i pogłosu (o czasach trwania 1 s i 2 s) w postaci nie filtrowanej i w kombinacjach z filtrami oktawowymi o częstotliwościach środkowych 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz [17]. Jest to średni wynik dla 30 osób jękających się.

Rycina 1 daje możliwość porównania natężeń jękania i prędkości mówienia w sytuacjach mówienia z równoczesnym słuchowym sprzężeniem zwrotnym (RSSZ),

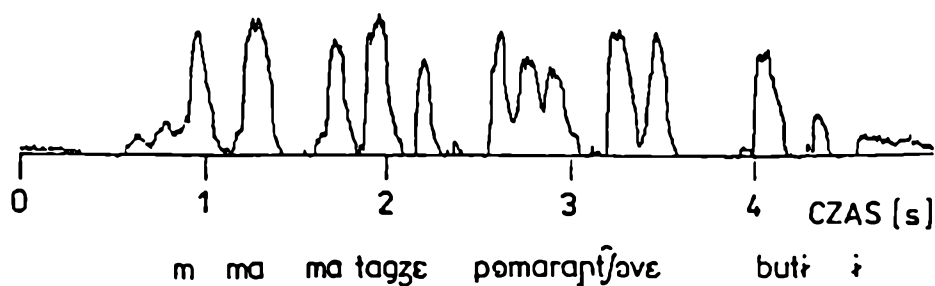


Ryc. 1. Średnie natężenia jękania i prędkości mówienia w sytuacjach mówienia z nie filtrowanym i filtrowanym równoczesnym słuchowym sprzężeniem zwrotnym (RSSZ), echem (E — 0,1 s, E — 0,16 s) oraz pogłosem (P — 1 s, P — 2 s). (Ostatnie słupki odpowiadają mówieniu z RSSZ na końcu eksperymentu)

echem oraz poglosem. Łatwo zauważyć, że efekty zarówno filtrowanego echa, jak i filtrowanego pogłosu są porównywalne z obserwowanymi przy nie filtrowanym echu i pogłosie. W małym stopniu zależą też od charakterystyki użytego filtru. Przy ograniczeniu pasma częstotliwości sygnałów mowy zmniejsza się znacznie ich zrozumiałość. W przedstawionych wyżej badaniach zmieniała się ona w granicach od ok. 5% (dla filtru 250 Hz) do ok. 60% (filtr 1000 Hz). Efekty stymulującego oddziaływania zarówno echa, jak i pogłosu nie zależą więc od zrozumiałości tych sygnałów. Czy zatem możliwa jest stymulacja procesu mówienia wykorzystująca skrajnie ograniczony i niezrozumiały przebieg, jakim jest obwiednia mowy?

ODDZIAŁYWANIE DŹWIEKÓW CIĄGLYCH, MODULOWANYCH OBWIEDNIĄ MOWY, NA PROCES MÓWIENIA

Amplitudową obwiednię mowy uzyskuje się stosując odpowiedni układ analogowy wygładzający szybkie zmiany wartości chwilowej amplitudy. Przykładowy przebieg obwiedni mowy fragmentu wypowiedzi osoby jękażącej się przedstawia ryc. 2.



Ryc. 2. Przebieg obwiedni mowy fragmentu wypowiedzi osoby jękażącej się

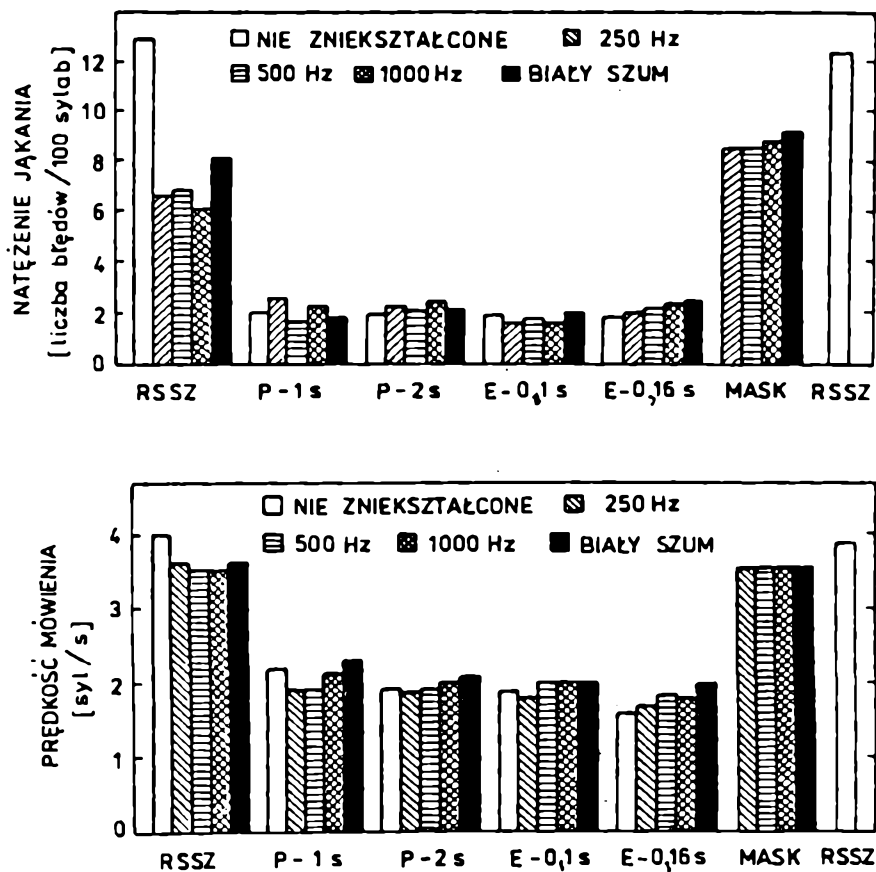
Wprowadzenie obwiedni dźwięków echa lub pogłosu do obwodu słuchowego sprzężenia zwrotnego jest możliwe po dokonaniu modulacji amplitudowej słyszalnych dźwięków tonalnych i szumowych.

Na ryc. 3 przedstawiono średnie natężenia jękania oraz średnie prędkości mówienia osób jękażących się (dla 30 osób) przy oddziaływaniach dźwięków ciągłych (tonów o częstotliwościach 250, 500 i 1000 Hz oraz szumu białego), modulowanych obwiednią sygnałów echa i pogłosu [17].

Efekty oddziaływań echa i pogłosu przekazywanych w formie nie zniekształconej i w postaci obwiedni modulującej ciągle dźwięki tonalne i szumowe są porównywalne. Nie zależą one od rodzaju dźwięku modulowanego.

Istotną redukcję jękania obserwuje się przy oddziaływaniach dźwięków ciągłych modulowanych obwiednią równoczesnych sygnałów mowy (RSSZ). Redukcja ta jest większa niż w przypadku maskującego oddziaływania ciągłych dźwięków tonalnych i ciągłego szumu o stałej amplitudzie [18,19].

W przebiegu obwiedni mowy zawarte są więc istotne informacje stymulujące i kontrolujące proces mówienia. Mogą one być wykorzystane przez osoby jękażące się



Ryc. 3. Średnie natężenia jąkania i prędkości mówienia w sytnacjach mówienia: 1) z równoczesnym słuchowym sprzężeniem zwrotnym (RSSZ), echem (E — 0,1 s, E — 0,16 s) oraz pogłosem (P — 1 s, P — 2 s) w postaci nie zniekształconej; 2) z dźwiękami ciągłymi modulowanymi obwiednią równoczesnych sygnałów mowy (RSSZ) oraz obwiedniami echa i pogłosu; 3) z maskującymi dźwiękami ciągłymi o stałej amplitudzie (MASK). (Ostatnie słupki odpowiadają mówieniu z RSSZ na końcu eksperymentu)

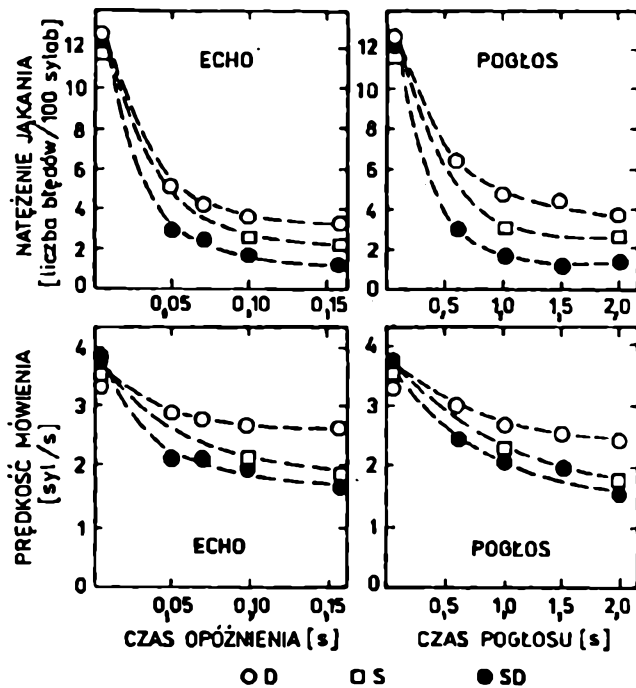
do wspomagania zaburzonego procesu mówienia w czasie terapii. Obwiednia mowy może być przekazywana i percypowana nie tylko za pośrednictwem słuchu, ale i dotyku.

WPLYW ECHA I POGŁOSU PRZEKAZYWANYCH KANAŁEM DOTYKOWYM NA JĄKANIE

Przekazanie obwiedni mowy kanałem dotykowym jest najefektywniejsze przy zastosowaniu modulacji tonu 230 Hz, gdyż jak wykazały badania [20–22] receptory dotykowe wykazują maksymalną czułość dla drgań o tej częstotliwości. Sygnały echa i pogłosu w postaci obwiedni mogą być odbierane za pośrednictwem receptorów zlokalizowanych na przykład na opuszkach palców lub na przegubie ręki osoby mówiącej.

Rezultaty oddziaływania echa o różnych czasach opóźnienia i pogłosu o różnych czasach trwania przekazywanych kanałami słuchowym i dotykowym przedstawia ryc. 4 [23]. Kanałem dotykowym przekazywane są sygnały echa i pogłosu w postaci obwiedni mowy, natomiast słuchowym echo i pogłos w postaci nie zniekształconej.

Zauważamy tu spadek natężenia jąkania i prędkości mówienia wraz ze wzrostem czasu opóźnienia echa i czasu pogłosu zarówno przy przekazywaniu tych sygnałów



Ryc. 4. Średnie natężenia jąkania i średnie prędkości mówienia przy oddziaływaniach echa i pogłosu przekazywanych kanałami: słuchowym (S), dotykowym (D), oraz słuchowo-dotykowym (SD)

kanalem słuchowym, jak również kanalem dotykowym. Efektywność oddziaływania bodźców dotykowych jest jednak niższa niż słuchowych. Przy przekazywaniu stymulujących sygnałów jednocześnie oboma kanałami: słuchowym i dotykowym obserwujemy większą redukcję jąkania i większe spowolnienie mowy niż przy wykorzystaniu pojedynczych kanałów.

Efekty oddziaływania echa (lub pogłosu) przekazywanego jednocześnie kanalem słuchowym i dotykowym nie są arytmetyczną sumą efektów uzyskanych przy oddziaływaniu echa (pogłosu) przekazywanego każdym z tych kanałów oddzielnie.

SUMOWANIE EFEKTÓW STYMULACYJNEGO ODDZIAŁYWANIA BODŹCÓW SŁUCHOWYCH I DOTYKOWYCH NA PROCES MÓWIENIA

Effekt oddziaływania echa lub pogłosu może być określony jako procentowe zmniejszenie natężenia jąkania lub prędkości mówienia w stosunku do obserwowanego przy mówieniu z równoczesnym słuchowym sprzężeniem zwrotnym [24].

Oznaczmy odpowiednio przez S_S , S_D , S_{SD} średnie procentowe spadki natężeń jąkania lub prędkości mówienia (obliczone dla 30 osób jękających się oraz 30 osób mówiących płynnie) przy oddziaływaniach echa (lub pogłosu) przekazywanego kanalem słuchowym, dotykowym, słuchowym i dotykowym jednocześnie. Zależność między tymi wielkościami można opisać następującym wzorem:

$$S_{SD} = k \log \left[10^{\frac{1}{k} S_S} + 10^{\frac{1}{k} S_D} \right]. \quad (1)$$

Jak wynika z obliczeń największa korelacja pomiędzy wartościami S_{SD} , wyliczonymi ze wzoru (1) i wyznaczonymi eksperymentalnie zachodzi przy $k = 10$ (Ryc. 5 przedstawia korelacje pomiędzy wyliczonymi ze wzoru (1) i wyznaczonymi eksperymentalnie wartościami S_{SD}).

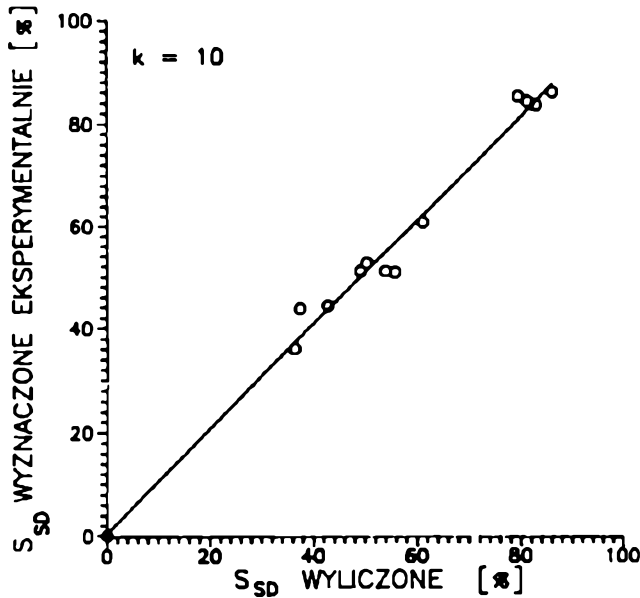
Warta podkreślenia jest analogia między sumowaniem się oddziaływań sygnałów echa (lub pogłosu) przekazanych jednocześnie kanalem słuchowym i dotykowym i sumowaniem innych wrażeń zmysłowych, np. poziomów natężenia dźwięku. Wiadomo, że jeśli mamy dwa źródła dźwięku o poziomach L_1 i L_2 , gdzie:

$$L_1 = 10 \log \left[\frac{I_1}{I_0} \right], \quad L_2 = 10 \log \left[\frac{I_2}{I_0} \right]$$

(I_1 , I_2 — natężenia poszczególnych dźwięków, I_0 — natężenie progu słyszalności), to sumaryczny poziom dźwięku pochodzącego od obu źródeł:

$$L_{12} = 10 \log \left[\frac{I_1 + I_2}{I_0} \right] = 10 \log \left[10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} \right]. \quad (2)$$

Dźwiękowe bodźce echa lub pogłosu przekazywane w postaci nie zniekształconej nie dominują nad bodźcami dotykowymi (przenoszącymi obwiednię mowy), lecz są wobec nich addytywne (zgodnie z zasadą wynikającą z prawa Webera-Fechnera). Obwiednia mowy spełnia, jak widać, ważną funkcję w kontroli procesu mówienia.



Ryc. 5. Korelacja pomiędzy wyznaczonymi eksperymentalnie i wyliczonymi ze wzoru (1) wartościami S_{SD} (średnimi procentowymi spadkami natężenia jękania lub prędkości mówienia przy oddziaływaniu echa lub pogłosu przekazywanego jednocześnie kanałem słuchowym i dotykowym)

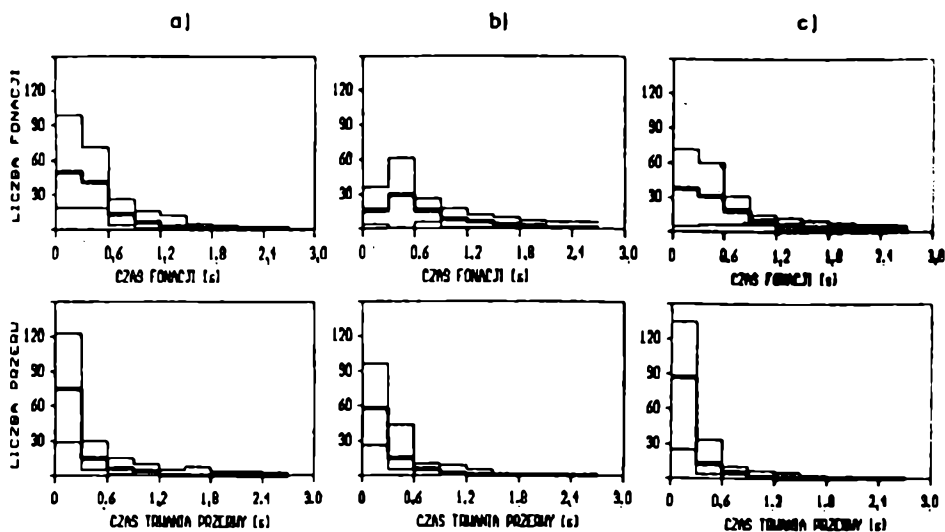
Może być ona wykorzystana również w diagnostyce tego zaburzenia. Analiza akustyczna przebiegów obwiedni mowy wskazuje na istnienie różnic w wypowiedziach osób jękających się i mówiących płynnie [25,26]. Są one zauważalne np. w rozkładach czasów fonacji i przerw.

STATYSTYCZNE ROZKŁADY CZASÓW FONACJI I PRZERW W MOWIE PŁYNNEJ I NIEPŁYNNEJ

W wypowiedziach większości osób jękających się obserwujemy znacznie większą liczbę fonacji o krótkich czasach trwania w porównaniu z wypowiedziami osób mówiących płynnie. Na ryc. 6 przedstawiono statystyczne rozkłady średnich (linie pogrubione) oraz maksymalnych i minimalnych czasów fonacji i przerw między nimi w stusekundowych wypowiedziach 30. osób jękających się, mówiących z równoczesnym słuchowym sprzężeniem zwrotnym (a) i z echem (b) oraz w stusekundowych wypowiedziach 30. osób nie jękających się (c).

Jękający się rozdzielają przerwami krótkie fragmenty wypowiedzi (słowa, sylaby, poszczególne głoski) znacznie częściej niż mówiący płynnie. W sytuacji wymuszonej płynności, jaką jest sytuacja mówienia z echem, czasy nieprzerwanej fonacji wydłużają się, zmniejsza się jednak przy tym prędkość mówienia.

Indywidualne rozkłady czasów fonacji mogą być wykorzystane do oceny stopnia zaburzenia płynności w wypowiedziach danej osoby jękającej się oraz zmian nastę-



Ryc. 6. Statystyczne rozkłady średnich (linia pogrubiowana), maksymalnych i minimalnych liczb fonacji i przerw w wypowiedziach osób jękających się, mówiących z równoczesnym słuchowym sprzężeniem zwrotnym (a) i z echem (b) oraz w wypowiedziach osób nie jękających się (c)

pujących w jej procesie mówienia w wyniku prowadzonej terapii. Nie określają one oczywiście w sposób jednoznaczny stopnia nie płynności, który można ocenić dopiero w wyniku kompleksowych analiz akustycznych i odsłuchowych. Pozwalają jednak na śledzenie zmian w procesie mówienia danej osoby jękającej się.

Czasy trwania pojedynczych fonacji i przerw określają sumaryczny czas fonacji, który również przyjmuje różne wartości w wypowiedziach osób jękających się i nie jękających się.

SUMARYCZNE CZASY FONACJI W MOWIE PLYNNEJ I NIEPLYNNEJ

W opisanych wyżej stusekundowych wypowiedziach średnie (dla 30. osób) sumaryczne czasy fonacji wynosiły :

a) 55 sekund w wypowiedziach osób jękających się, mówiących z równoczesnym słuchowym sprzężeniem zwrotnym (przy średnim natężeniu jękania wynoszącym 16 błędów na 100 sylab wypowiedzi);

b) 72 sekundy w wypowiedziach tychże osób jękających się mówiących z echem (średnie natężenie jękania wynosiło 1,7 błędów na 100 sylab);

c) 72 sekundy w wypowiedziach osób nie jękających się.

Osoby jękające się (mówiące z równoczesnym słuchowym sprzężeniem zwrotnym) wkładają znacznie większy wysiłek w proces artykulacji dźwięków mowy niż osoby nie jękające się. Sumaryczny czas fonacji w wypowiedziach osób jękających się (z RSSZ) jest przez to znacznie mniejszy w porównaniu z wypowiedziami osób nie jękających się. Wprowadzenie opóźnienia do obwodu kontroli słuchowej sprawia, że proces artykulacji dźwięków mowy staje się łatwiejszy dla osób jękających się,

tym samym wzrasta sumaryczny czas fonacji. Pomiar sumarycznego czasu fonacji pozwala na ocenę indywidualnego wysiłku w procesie artykulacji dźwięków mowy. Zdarzają się również takie formy jąkania, przy których mówiący wytwarza z pozorną łatwością długie ciągi fonetyczne (sumaryczny czas fonacji porównywalny jest z mierzonym w płynnych wypowiedziach) o zdecydowanie zaburzonej płynności. Analiza niepłynności tego rodzaju wymaga z pewnością odmiennej metodyki.

Przedstawione wyżej charakterystyki obwiedni mowy osób jękających się dotyczą tylko wymiaru czasu. Obwiednie mowy osób jękających się różnią się od obwiedni osób mówiących płynnie również w skali poziomu dźwięku. Aktualnie prowadzone są analizy obwiedni mowy w wymiarach czasu i poziomu natężenia dźwięku. Dotyczą one zarówno analizy całościowej długich wypowiedzi, jak również analizy pojedynczych niepłynności, takich jak powtórzenia sylab lub głosek, przedłużenia głosek, wtrącenia, blokady itp.

PODSUMOWANIE

Podsumowując, można stwierdzić, że amplitudowa obwiednia sygnałów mowy zawiera informacje istotne dla kontroli i stymulacji procesu mówienia. Efekty korekcyjne w mowie osób jękających się, przy oddziaływaniu echa lub pogłosu w postaci obwiedni, są porównywalne z osiąganymi przy pełnej zawartości informacyjnej tych sygnałów. Możliwa jest więc stymulacja procesu mówienia osób jękających się, przy zastosowaniu sygnałów echa lub pogłosu w postaci obwiedni. Mogą one być przekazywane kanałem słuchowym lub dotykowym.

Obwiednia mowy niepłynnej, np. mowy osób jękających się, jest przebiegiem zaburzoną i różni się od obwiedni mowy płynnej. Różnice te są zauważalne między innymi w rozkładach czasów fonacji. Analiza parametrów obwiedni mowy różnicujących płynne i niepłynne wypowiedzi może być wykorzystana do oceny zaburzenia płynności u osób jękających się oraz śledzenia zmian zachodzących podczas terapii.

LITERATURA

- [1] Lee B. S., *J. Acoust. Soc. Amer.*, 22 (1950), 639.
- [2] Lee B. S., *J. Acoust. Soc. Amer.*, 22 (1950), 824.
- [3] Adamczyk B., *Fol. phon.*, 11 (1959), 216.
- [4] Adamczyk B., *Logopedia*, 1 (1960), 17.
- [5] Adamczyk B., *Otolaryng. pol.*, 17 (1963), 482.
- [6] Adamczyk B., *Otolaryng. pol.*, 17 (1963), 497.
- [7] Adamczyk B., *Fol. phon.*, 21 (1969), 300.
- [8] Adamczyk B., *Logopedia*, 10 (1971), 46.
- [9] Adamczyk B., Kuniszyk W., *9th Acoustics Conference, Stary Smokovec 1971 (Dom Techniky SVTS, Bratislava)*, 7.
- [10] Adamczyk B., Sadowska E., Kuniszyk-Józkowiak W., *Fol. phon.*, 27 (1975), 1.
- [11] Adamczyk B., Kuniszyk-Józkowiak W., Smolka E., *Fol. phon.*, 31 (1979), 70.
- [12] Adamczyk B., Kuniszyk-Józkowiak W., Smolka E., *17th International Congress of Logopedics and Phoniatrics, Copenhagen 1977, t. II* (1978), 311.

- [13] Adamczyk B., Kuniszyk-Jóźkowiak W., Smolka E., *Logopedia*, 14/15 (1983), 39.
- [14] Fulton R. T., Spuehler E. H., *J. Speech Hear. Res.*, 5 (1962), 382.
- [15] Langová J., Morávek M., Novák A., Petřík M., *Fol. phon.*, 22 (1970), 191.
- [16] Kuniszyk-Jóźkowiak W., Adamczyk B., *Arch. ak.*, 18/3 (1983), 285.
- [17] Adamczyk B., Kuniszyk-Jóźkowiak W., *Fol. phon.*, 39 (1987), 9.
- [18] Stephen S. C. G., Haggard M. P., *J. Speech Hear. Res.*, 23 (1980), 527.
- [19] Brayton E. R., Conture E. C., *J. Speech Hear. Res.*, 21 (1978) 285.
- [20] Sherrick C. E., *J. Acoust. Soc. Am.*, 75/5 (1984), 1325.
- [21] Hideto I., *Med. a. biol. Eng.*, 1 (1976), 56.
- [22] Craig J. C., *Perc. psychoph.*, 30/6 (1981), 540.
- [23] Kuniszyk-Jóźkowiak W., Adamczyk B., *Int. J. Rehab. Res.*, 12 (1989), 312.
- [24] Kuniszyk-Jóźkowiak W., Adamczyk B., *Proceedings XV Congress Union of the European Phoniaticians, Erlangen 1988*, 103.
- [25] Kuniszyk-Jóźkowiak W., *Logopedia*, 18 (1991), 65.
- [26] Kuniszyk-Jóźkowiak W., *Arch. Acoust.*, 17, 1 (1992), 7.