

*Laboratorium przetwarzania sygnałów*  
*biologicznych*  
*Ćwiczenie C/1*



**Temat: Analiza sygnału w dziedzinie czasowo-częstotliwościowej z zastosowaniem krótkookresowej transformacji Fouriera**

**Cel ćwiczenia:** ćwiczenie ma na celu praktyczne przedstawienie podstawowych metod analizy sygnałów w dziedzinie czasowo-częstotliwościowej: krótkookresowej transformacji Fouriera (STFT). Ćwiczenie wykonywane jest w środowisku Matlab z użyciem przygotowanych procedur (nie wymaga umiejętności programowania). Podstawowe polecenia środowiska Matlab:

help <nazwa> - wyświetla wskazówki nt. użycia w oknie poleceń  
doc <nazwa> - wyświetla wskazówki nt. użycia w osobnym oknie  
; - po instrukcji podstawienia np. a=b+c powoduje zablokowanie wyświetlania  
: - umożliwi określenie zakresu np. liczby całkowite od 1 do 100 m=1:100;  
load <nazwapliku> - wczytanie pliku mat i udostępnienie zmiennych  
plot(nazwazmiennej) – wyświetlenie zawartości zmiennej

**Zaliczenie ćwiczenia** odbywa się na podstawie sprawozdania zawierającego opis przeprowadzonych testów oraz odpowiedzi na pytania zaznaczone w tekście niniejszej instrukcji *czcionką pochylą*.

**0.** Uruchom aplikację "Matlab" w środowisku Windows, w linii poleceń Matlaba wpisz: doc specgramdemo co spowoduje wyświetlenie instrukcji użycia narzędzia wizualizacji spektrogramu.

**1.** Korzystając z polecenia specgramdemo bez parametrów wyświetl spektrogram sygnału wypowiedzi 'matlab'. Zwróć uwagę na rozmiar jednostki czasu i częstotliwości. Poznaj możliwości manipulacji kursorami na wykresie głównym. *Czy jest on stały dla wszystkich częstotliwości i dowolnego czasu? Jakie zmienne przedstawione są w wykresach bocznych? Jaka jest maksymalna chwilowa moc sygnału i gdzie ona występuje?*

**2.** Korzystając z polecenia `load` wczytaj sygnał `freqbrk.mat`. Wyświetl zmienną `freqbrk`. Zakładając częstotliwość próbkowania 10 Hz uruchom narzędzie wizualizacji spektrogramu dla tego sygnału. Zidentyfikuj miejsce zmiany częstotliwości w sygnale. Ustaw kursor czasu w 1/4 długości sygnału. *Dla jakiej częstotliwości widmo mocy spada o 30 dB względem maksimum? Dlaczego nie można zaobserwować zbocza widma od strony niskich częstotliwości? Ustaw kursor czasu w 3/4 długości sygnału. Dla jakich częstotliwości widmo mocy spada o 30 dB względem maksimum? Ustaw kursor w połowie długości sygnału. Czy moc poszczególnych częstotliwości jest równa mocy maksymalnej? Przesuwając tylko kursor częstotliwości oceń przebieg mocy sygnału w pasmach odpowiadających dwóm częstotliwościom. Czy widoczne mijanie się krzywych mocy można zaobserwować także w spektrogramie? Dlaczego?*

**3.** Przesuń kursor częstotliwości powyżej wartości 1 Hz. *Jakiej części widma sygnału odpowiada ta częstotliwość? Z jakiego twierdzenia to wynika? Jakie zjawisko ma miejsce pomiędzy 25 a 48 sekundą sygnału? Jak moc widma zależy od częstotliwości w zakresie powyżej 1 Hz?*

**4.** Korzystając z polecenia `load` wczytaj sygnał `noisdopp.mat`. Wyświetl zmienną `noisdopp`. Zakładając częstotliwość próbkowania 10 Hz uruchom narzędzie wizualizacji spektrogramu dla tego sygnału. Zmierz długość atomu czasowo-częstotliwościowego w dziedzinie czasu. *Jaka jest częstotliwość, której okres odpowiada tej długości? Jaka jest najmniejsza częstotliwość reprezentowana na tym spektrogramie? Czy w sygnale występują częstotliwości niższe? Jak są reprezentowane? Dlaczego poza początkiem sygnału nie można obserwować zbocza widma od strony niskich częstotliwości?*

**5.** Korzystając z polecenia `load` wczytaj sygnał `noischir.mat`. Wyświetl zmienną `noisdopp`. Zakładając częstotliwość próbkowania 10 Hz uruchom narzędzie wizualizacji spektrogramu dla tego sygnału. *Zmierz poziom szumu w początkowej 1/3 sygnału w zakresie częstotliwości powyżej 1 Hz. Jaki jest stosunek sygnału do szumu? Ustaw kursor czasu ok. 55s. Za pomocą kursora częstotliwości zmierz, czy główny listek widma jest symetryczny. Jaka jest częstotliwość chwilowa sygnału? Powtórz pomiar dla chwili czasu ok. 22s sygnału. Dlaczego listek dla tej częstotliwości jest węższy? Określając częstotliwość lokalną w wybranych 4 chwilach czasowych zbadaj czy przyrost częstotliwości jest liniowy.*