

# Przetwarzanie sygnałów w telekomunikacji

## BLOK TEMATYCZNY

PRZEMYSŁAW DYMARSKI

SYGNAŁ ANALOGOWY, SYGNAŁ CYFROWY, TRANSMISJA, ANALIZA WIDMOWA, PRÓBKOWANIE, TRANSFORMATY DYSKRETNE, MODULACJE ANALOGOWE, MODULACJE CYFROWE, KWANTYZACJA SKALARNA, KWANTYZACJA WEKTOROWA, KOMPRESJA MOWY, PREDYKCJA, KOMPRESJA OBRAZU

PRZEDMIOT „PRZETWARZANIE SYGNAŁÓW W TELEKOMUNIKACJI” ZAPOZNAJE STUDENTA Z SYGNAŁAMI WYSTĘPUJĄCYMI W ŁĄCZACH TELEKOMUNIKACYJNYCH. POZNAMY NARZĘDZIA SŁUŻĄCE DO OPISU SYGNAŁÓW W DZIEDZINIE CZASU I CZĘSTOTLIWOŚCI, PRZETWORZENIA SYGNAŁÓW ANALOGOWYCH NA POSTAĆ CYFROWĄ, KOMPRESJI SYGNAŁÓW AKUSTYCZNYCH ORAZ OBRAZÓW, TRANSMISJI SYGNAŁÓW I ICH DETEKCJI W OBECNOŚCI SZUMU. DO PRZEDMIOTU NALEŻĄ ĆWICZENIA SYMULACYJNE ORAZ EKSPERYMENTY ILUSTRUJĄCE WYKŁAD.

## Spis treści

1	Słowo wstępne .....	2
1.1	Tematyka przedmiotu.....	2
1.2	Autor materiałów dydaktycznych.....	2
1.3	Struktura przedmiotu .....	2
1.4	Uzyskanie zaliczenia.....	3

# 1 Słowo wstępne

## 1.1 Tematyka przedmiotu

Przedmiot „Przetwarzanie Sygnałów w Telekomunikacji” zapoznaje studenta z sygnałami występującymi w łączach telekomunikacyjnych. Omówione będą narzędzia służące do opisu sygnałów w dziedzinie czasu i częstotliwości, przetworzenia sygnałów analogowych na postać cyfrową, kompresji sygnału mowy, innych sygnałów akustycznych oraz obrazów. Przedstawione będą zagadnienia transmisji sygnałów analogowych i cyfrowych, w tych algorytmów detekcji sygnałów w obecności szumu.

Istotną częścią przedmiotu są eksperymenty symulacyjne ilustrujące problemy przedstawione w podręczniku. Niektóre z tych symulacji mają charakter ćwiczeń laboratoryjnych „na odległość”, których wykonanie ma wpływ na zaliczenie przedmiotu.

## 1.2 Autor materiałów dydaktycznych

Dr hab. inż. Przemysław Dymarski jest długoletnim pracownikiem Instytutu Telekomunikacji PW, obecnie zatrudnionym na stanowisku prof. uczelni. Wypromował około stu inżynierów i magistrów inżynierów telekomunikacji oraz trzech doktorów nauk technicznych. W jego dorobku są prace w dziedzinie kompresji mowy i sygnałów akustycznych, ukrywania informacji w sygnałach audio (znakowanie wodne, steganografia), syntezy mowy z tekstu i rozpoznawania mowy. Od kilku lat współpracuje z „OKNEM PW”. Przedmiot o podobnym profilu do „Przetwarzania Sygnałów w Telekomunikacji” prowadzi na studiach anglojęzycznych na Wydziale Elektroniki i Technik Informacyjnych, wykładał także na uniwersytetach KNU w Korei i Qinzhou w Chinach.

## 1.3 Struktura przedmiotu

Opracowując podręcznik zakładano, że student powinien znać podstawy przetwarzania sygnałów analogowych (transformata Fouriera, filtracja), pożądana byłaby też znajomość podstaw przetwarzania sygnałów dyskretnych, w zakresie objętym programem wykładu "Przetwarzanie sygnałów". Tym niemniej opracowano krótkie repetytoria, w celu ujednoczenia notacji i wprowadzenia do zagadnień omawianych na wykładzie.

W Module 1 przedstawiono metody analizy sygnałów w dziedzinie czasu i częstotliwości, z naciskiem na sygnały czasu dyskretnego. Porównano narzędzia analizy widmowej, jak Transformata Fouriera w czasie ciągłym i dyskretnym, Dyskretna Transformata Fouriera, Dyskretna Transformata Kosinusoidalna. Przedstawiono zagadnienie filtracji cyfrowej z zastosowaniem Transformaty Zet. Z Modułem 1 powiązane są dwie serie eksperymentów ilustrujące wykład (Próbkowanie i Transformaty DFT i DCT) oraz jedno ćwiczenie laboratoryjne (Filtracja cyfrowa). Są one opisane w Module 4.

Moduł 2 odnosi się do transmisji analogowej i cyfrowej, z naciskiem na tę drugą. W skrócie omówiono modulacje analogowe AM i FM, główna część tekstu obejmuje kody transmisyjne i modulacje cyfrowe. Przedstawiono zagadnienie odbioru optymalnego oraz ograniczenia parametrów transmisyjnych wynikające z twierdzenia Shannona o przepustowości kanału. Z transmisją wiążą się dwa ćwiczenia laboratoryjne (Kody transmisyjne i Modulacje cyfrowe) opisane w Module 4.

Moduł 3 obejmuje zagadnienia kodowania i kompresji sygnałów mowy, muzyki oraz obrazu. Omówione są metody kodowania źródłowego i kompresji: kwantyzacja skalarna i wektorowa, kodowanie predykcyjne, kodowanie transformaty. Z Modułem 3 powiązane są dwie serie eksperymentów ilustrujące wykład (Kwantyzacja wektorowa i Kodowanie transformaty sygnału audio) oraz dwa ćwiczenia laboratoryjne (Kwantyzacja skalarna i Kompresja sygnału mowy).

Moduł 4 obejmuje szczegółową dokumentację 5 ćwiczeń laboratoryjnych i 4 serii symulacji ilustrujących wykład. Udostępniono programy symulacyjne, instrukcje wykonywania ćwiczeń i filmy (.mp4) demonstrujące obsługę programów.

W bibliotece przedmiotu zamieszczono ponadto nagrane wykłady, obejmujące zagadnienia opisane w podręczniku. Nagrane wykłady zawierają głównie materiał z podręcznika, zawierają też treści wykraczające poza materiał wymagany na egzaminie (np. wyprowadzenia wzorów). W ten sposób autor podręcznika chciał zaspokoić ciekawość bardziej dociekliwych słuchaczy. Nagrania proszę traktować jako materiał uzupełniający, podstawą studiowania przedmiotu jest podręcznik.

## **1.4 Uzyskanie zaliczenia**

Bardzo ważną częścią tego przedmiotu, również z punktu widzenia uzyskania zaliczenia, są ćwiczenia laboratoryjne w postaci symulacji do samodzielnego wykonania. Pliki z oprogramowaniem są dostępne w bibliotece przedmiotu. W Module 4 zamieszczono opis działania programów symulacyjnych oraz instrukcje do ćwiczeń. Aby ułatwić studentowi uruchomienie oprogramowania i przeprowadzenie symulacji, nagrano przebieg typowych symulacji z odpowiednim komentarzem. Ćwiczenia obejmują następujące tematy:

Ćwicz.1. Kwantyzacja skalarna

Ćwicz.2. Kompresja sygnału mowy

Ćwicz.3. Filtracja cyfrowa

Ćwicz.4. Transmisja cyfrowa – kody transmisyjne

Ćwicz.5. Transmisja cyfrowa – modulacje cyfrowe

Proszę je wykonywać wg instrukcji, sporządzić sprawozdania, zawierające wyniki symulacji i wnioski (tzn. odpowiedzi na pytania znajdujące się w treści instrukcji) i wysłać do prowadzącego. Jeśli będą problemy z przeprowadzeniem symulacji lub z interpretacją wyników, to proszę zwrócić się do prowadzącego – na pewno doradzi i podpowie, jak skorygować błędne wnioski.

W trakcie semestru można uzyskać do 40 pkt. za 5 ćwiczeń laboratoryjnych – ocena na podstawie sprawozdania z badań symulacyjnych. Na pisemnym egzaminie student otrzyma kilkanaście zadań i pytań, co umożliwi uzyskanie do 60 pkt. Próg zaliczenia przedmiotu: 51/100 pkt. Przykładowe pytania i zadania egzaminacyjne są zamieszczone w bibliotece przedmiotu. Treści zamieszczone w podręczniku wykraczają poza wymagania egzaminacyjne. W szczególności wyprowadzenia wzorów mają służyć zaspokojeniu ciekawości bardziej wymagających czytelników. Nie będą one wymagane na egzaminie.