**Nazwa przedmiotu:**

Przetwarzanie sygnałów - B

**Koordynator przedmiotu:**

prof. nzw. dr hab. inż. Andrzej Jakubiak

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Telekomunikacja

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne - zaawansowane

**Kod przedmiotu:**

PSYB

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

4

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

Łącznie 90 godz., w tym:
udział w wykładach 30 godz.,
udział w ćwiczeniach audytoryjnych 15 godz.,
przygotowanie do ćwiczeń audytoryjnych 30 godz.,
przygotowanie do sprawdzianów 15 godz.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

2

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

1

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 15h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Wymagana jest ugruntowana wiedza z zakresu analizy matematycznej (rachunek różniczkowy i całkowy, szeregi funkcyjne), analizy częstotliwościowej sygnałów (transformata Fouriera, Laplace'a, Transformata Z), analizy i syntezy systemów liniowych (filtry analogowe i cyfrowe). Student powinien posiadać podstawową wiedzę z zakresu teorii procesów stochastycznych.

**Limit liczby studentów:**

90

**Cel przedmiotu:**

Przedmiot ma na celu ugruntowanie i poszerzenie wiedzy na temat analizy sygnałów oraz analizy i syntezy systemów liniowego przetwarzania sygnałów. Celem operacyjnym jest prezentacja jednolitego podejścia do opisu sygnałów ciągłych i dyskretnych w czasie oraz ich przetwarzania w systemach liniowych. Dotyczy to zarówno sygnałów zdeterminowanych jak i losowych. Przedmiot zawiera także elementy teorii estymacji parametrów i modelowania sygnałów oraz systemów.

**Treści kształcenia:**

Treść wykładu:
Sygnały i systemy - pojęcia podstawowe Definicje sygnałów ciągłych i dyskretnych w czasie, sygnałów analogowych i cyfrowych. Modele sygnałów - funkcje czasu, ciągi, procesy stochastyczne ciągłe i dyskretne. Wybrane przykłady sygnałów (4h). Systemy przetwarzania sygnałów i ich klasyfikacja. Systemy liniowe, niezmienne w czasie. Równania różniczkowe i różnicowe jako związki opisujące zależności między sygnałami w systemach ciągłych i dyskretnych. Pojęcie transmitancji, odpowiedź impulsowa (4h).
Reprezentacje sygnałów. Zbiory funkcji ortogonalnych i ortonormalnych. Przykłady zbiorów ortogonalnych - funkcje trygonometryczne, zespolone wykładnicze, funkcje i wielomiany Legendre'a, funkcje Laguerre'a, funkcje i wielomiany Czebyszewa, funkcje Hermite'a, Walsha-Hadamarda. Procedura Grama-Schmidta (2h).
Rozwijanie sygnałów w szeregi. Reprezentacje całkowe. Transformaty Laplace'a, Fouriera, właściwości, pojęcie widma sygnału (2h). Transformata Z. Właściwości (2h).
Algorytmy obliczania transformat sygnałów. Dyskretna transformata Fouriera, szybka transformata Fouriera (2h). Wprowadzenie do analizy czasowo-częstotliwościowej. Lokalna transformata Fouriera (2h).
Próbkowanie sygnałów ciągłych, twierdzenie Shannona, częstotliwość Nyquista. Sygnały cyfrowe, błędy kwantyzacji, zniekształcenia "aliasing". Odtwarzanie z próbek (2h).
Przetwarzanie sygnałów w systemach liniowych. Odpowiedź systemu na pobudzenie sygnałem. Operacja splotu, splotu dyskretnego i cyklicznego. Widmo sygnału na wyjściu systemu. Przetwarzanie sygnałów losowych (2h).
Filtry analogowe i cyfrowe. Pasmo filtru, realizowalność i stabilność. Filtry rekursywne i nierekursywne, opis macierzowy. Analiza i synteza filtrów cyfrowych (2h). Sygnały użyteczne na tle zakłóceń. Stosunek sygnał/zakłócenie (sygnał/szum). Zakłócenia addytywne i multiplikatywne. Filtracja dopasowana. Filtracja Wienera (2h).
Modelowanie sygnałów i systemów. Tworzenie modeli matematycznych sygnałów. Szacowanie parametrów sygnałów. Rodzaje estymatorów, ich ocena i konstrukcja. Nierówność Rao-Cramera. Estymatory największej wiarygodności i estymatory wyznaczone metodą momentów. Estymacja widma (2h).
Modelowanie systemów. Modele parametryczne i nieparametryczne systemu liniowego. Modele parametryczne systemu nieliniowego(2h).

Treść ćwiczeń audytoryjnych:
Ćw. 1. Sygnał w przestrzeni metrycznej. Reprezentacje ortogonalne. Ortogonalizacja procedurą Grama-Schmidta.
Ćw. 2. Transformaty całkowe. Wyznaczanie widma wybranych sygnałów.
Ćw. 3. Projektowanie filtrów cyfrowych.
Ćw. 4. Szum biały w systemach liniowych.
Ćw. 5. Wyznaczanie wybranych estymatorów parametrów sygnałów.
Ćw. 6. Modelowanie sygnałów zdeterminowanych i losowych. Ćw. 7. Modelowanie ARMA systemów liniowych.

**Metody oceny:**

Stopień opanowania wiedzy jest oceniany na podstawie aktywności na ćwiczeniach, dwóch pisemnych sprawdzianów audytoryjnych (Spr1 i Spr2) oraz na podstawie pisemnego egzaminu w trakcie sesji (Egz)

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. J. Szabatin: Podstawy teorii sygnałów, WKiŁ 2000.
2. J. Izydorczyk i inni: Teoria sygnałów, Helion, 1999.
3. T. Białasiewicz: Falki i aproksymacje, WNT, 2000.
4. S. Haykin: Systemy telekomunikacyjne, WKiŁ, 1998.
5. A. Oppenheim, R. Shafer: Cyfrowe przetwarzanie sygnałów, WKiŁ, 1979.
6. K.S. Shanmugan, A.M. Breipohl: Random Signals, Detection, Estimation and Data Analysis, John Wiley & Sons, 1988.
7. L.W. Couch: Digital and Analog Communication Systems, Prentice-Hall, 1997.
8. A. Jakubiak, D. Radomski: Sygnały i systemy, OWPW, 2012.
9. P. Soedestroem, P. Stoica: Identyfikacja systemów, PWN, 1997.

**Witryna www przedmiotu:**

http://ztso.tele.pw.edu.pl/~ctom/PSYB/PSYB.html

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka PSYB\_W01:**

Posiada zaawansowaną wiedzę na temat metod opisu sygnałów w dziedzinie czasu i częstotliwości

Weryfikacja:

Ćw.1, Ćw.2, Spr1, Egz.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01, K\_W06, K\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

**Charakterystyka PSYB\_W02:**

Posiada zaawansowaną wiedzę na temat metod opisu systemów liniowych w dziedzinie czasu i częstotliwości

Weryfikacja:

Ćw.3, Ćw.4 , Spr1, Egz.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01, K\_W05, K\_W10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

**Charakterystyka PSYB\_W03:**

Posiada zaawansowaną wiedzę na temat metod modelowania sygnałów i estymacji ich parametrów.

Weryfikacja:

Ćw. 5, Ćw. 6, Spr2, Egz.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01, K\_W06, K\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

**Charakterystyka PSYB\_W04:**

Posiada zaawansowaną wiedzę na temat metod modelowania systemów liniowychparametrów.

Weryfikacja:

Ćw. 7, Spr2, Egz.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W10, K\_W01, K\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka PSYB\_U01:**

Posiada umiejetność analizy i syntezy sygnałów zaawansowanymi metodami czasoymi i częstotliwościowymi

Weryfikacja:

Ćw.1, Ćw.2, Spr1, Egz.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U07, K\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UK, I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.3.o

**Charakterystyka PSYB\_U02:**

Posiada umiejetność analizy i syntezy systemów liniowych i częstotliwościowymi

Weryfikacja:

Ćw.3 , Ćw.4, Spr1, Egz.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UK, I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.3.o

**Charakterystyka PSYB\_U03:**

Posiada umiejętność modelowania sygnałów zdeterminowanych i losowych oraz estymacji ich parametrów.

Weryfikacja:

Ćw. 5, Ćw. 6, Spr2, Egz.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U09, K\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UK, I.P7S\_UW

**Charakterystyka PSYB\_U04:**

Posiada umiejętność modelowania systemów liniowych .

Weryfikacja:

Ćw. 7, Spr2, Egz.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U06, K\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UK, I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.3.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka PSYB\_K01:**

Potrafi pracować w zespole i kreatywnie przetwarzać zdobytą wiedzę

Weryfikacja:

Ćw.1-7. Spr1,2 , Egz

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_KO