**Nazwa przedmiotu:**

Teoria sygnałów i informacji

**Koordynator przedmiotu:**

Jerzy SZABATIN

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Automatyka i Robotyka

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne

**Kod przedmiotu:**

TSI

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

Na bilans nakładu pracy studenta składa się: udział w wykładach prowadzonych w wymiarze 2 godz. tygodniowo (razem 30 godz), udział w ćwiczeniach audytoryjnych w wymiarze 1 godz. tygodniowo (razem 15 godz.) oraz udział w laboratoriach w wymiarze 15 godz. w semestrze (pięć ćwiczeń 3-godzinnych; razem 15 godz.). Na opanowanie materiału wykładowego i przygotowanie się do świadomego wysłuchania następnej jednostki wykładowej student powinien przeznaczyć przeciętnie 1,5 godz. tygodniowo (daje to w sumie 14 x 1,5=21 godz. pracy własnej). Na opanowanie materiału ćwiczeniowego i przygotowanie się do następnych ćwiczeń student powinien przeznaczyć przeciętnie 1 godz. tygodniowo (daje to 15 godz. pracy własnej). Na przygotowanie się do każdego ćwiczenia laboratoryjnego i wykonanie zadań przeznaczonych w instrukcjach laboratoryjnych do wykonania w domu student powinien przeznaczyć przeciętnie 3 godz. na każde ćwiczenie (daje to 15 godz. pracy własnej). Przygotowanie się do kolokwium powinno zająć przeciętnemu studentowi 4 godz , a przygotowanie się do egzaminu - 10 godz. Zakładając, że student korzysta przeciętnie dwukrotnie z 1 godz. konsultacji, dochodzą do tego 2 godz. konsultacyjne w semestrze. Łączny nakład pracy studenta wynosi zatem: 30 + 15 + 15 + 21 + 15 + 15 + 4 + 10 + 2= 127 godz.

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

Zajęcia z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego obejmują: wykłady prowadzone w wymiarze 2 godz. tygodniowo (razem 30 godz), ćwiczenia audytoryjne w wymiarze 1 godz. tygodniowo (razem 15 godz.), ćwiczenia laboratoryjne w wymiarze 15 godz. w semestrze oraz 2 godz. konsultacji. Daje to łącznie 30 + 15 + 15 + 2= 62 godz., co jest równoważne 2,5 punktom ECTS.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

Zajęcia praktyczne obejmują ćwiczenia laboratoryjne (15 godz.) oraz cześć ćwiczeń audytoryjnych, podczas których studenci nabywają m.in. praktyczne umiejętności projektowania kodów kompresyjnych i korekcyjnych (7 godz.). W sumie daje to 22 godz., a więc prawie 1 punkt ECTS.

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

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

**Wymagania wstępne:**

Wymagane jest zaliczenie przedmiotów: Analiza i równania różniczkowe, Matematyka dyskretna oraz Podstawy Elektroniki. Wymagane jest ponadto równoległe uczestniczenie w zajęciach z przedmiotu Metody Probabilistyczne i Statystyka

**Limit liczby studentów:**

120

**Cel przedmiotu:**

Zasadniczym celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z elementami teorii informacji z uwypukleniem roli sygnału jako nośnika informacji. Przedstawione zostaną podstawowe pojęcia teorii informacji i teorii kodowania: miary ilości informacji, pojęcie przepustowości kanału informacyjnego, zagadnienia kodowania źródła informacyjnego i kodowania kanału. Przedyskutowane będą granice teorio-informacyjne Shannona.
Wprowadzony zostanie opis sygnałów i układów LS w dziedzinie czasu, dziedzinie częstotliwości i dziedzinie zespolonej. Omówione będą także podstawowe operacje nad sygnałami: próbkowanie, kwantowanie i filtracja. Zagadnienia te będą punktem wyjścia do omówienia problematyki kompresji, transmisji i korekcji danych. Zilustrowane one zostaną na przykładzie współczesnych cyfrowych systemów transmisji informacji.

**Treści kształcenia:**

1. Wprowadzenie. Pojęcia podstawowe
Łącze informacyjne. Źródło, kanał i odbiornik informacji. Źródła i łącza dyskretne. Opis probabilistyczny źródła i kanału dyskretnego.
2. Miary ilości informacji
Informacja jako podstawowa kategoria przyrodoznawstwa. Entropia. Maksymalizacja entropii. Informacja wzajemna. Pozostałe miary ilości informacji i związki między nimi.
3. Pojęcie przepustowości kanału.
Przepustowość jako maksimum informacji wzajemnej. Kanał idealny. Kanał przerwany. Kanał binarny symetryczny. Przykłady innych kanałów. Przykłady obliczania przepustowości kanałów dyskretnych. Kanały bez pamięci.
4. Elementy teorii kodowania.
Kodowanie bezstratne źródła. Kryterium jakości kodu. Pierwsze twierdzenia Shannona o kodowaniu (źródła). Warunek dostateczny realizowalności kodu. Kody Shannona-Fano. Warunek konieczny i dostateczny realizowalności kodu. Nierówność Krafta. Kod optymalny Huffmana. Kompresja informacji.
5. Kodowanie kanału.
Kody korekcyjne. Drugie twierdzenie Shannona o kodowaniu. Kody Hamminga. Wzmianka o kodach BCH i turbokodach.
6. Ciągłe łącza informacyjne.
Opis probabilistyczny łącza ciągłego. Kanał AWGN. Przepustowość kanału AWGN. Podstawowy związek miedzy przepustowością, szerokością pasma kanału a stosunkiem sygnał-szum. Granica przepustowości przy paśmie nieskończonym. Ostateczny kres Shannona. Informacja a energia. Minimalna energia konieczna do przesłania 1 bitu informacji.
7. Elementy ogólnej teorii sygnałów.
Sygnał jako nośnik informacji. Klasyfikacja sygnałów. Sygnały deterministyczne i losowe, analogowe i dyskretne. Podstawowe parametry sygnału: energia, moc.
8. Sygnały jako elementy przestrzeni funkcyjnych.
Reprezentacje sygnałów analogowych. Trygonometryczny szereg Fouriera, Przekształcenia Fouriera. Pojęcie widma sygnału. Widmo amplitudowe i fazowe.
9. Sygnały o skończonym paśmie.
Próbkowanie sygnału. Częstotliwość Nyquista. Aliasing. Efekt stroboskopowy. Odtwarzanie sygnału z próbek.
10. Przetwarzanie sygnału analogowego w sygnał cyfrowy.
Operacje realizowane w przetworniku A/C. Kwantowanie sygnałów i reprezentacja cyfrowa sygnału analogowego. Szum kwantowania i stosunek sygnał-szum w przetworniku A/C. Przykład łączności komórkowej
11. Przetwarzanie sygnałów przez filtry LS.
Odpowiedź impulsowa, charakterystyka amplitudowo-fazowa i transmitancja filtru. Filtr dolnoprzepustowy, górnoprzepustowy, środkowoprzepustowy i środkowozaporowy. Filtry rzędu pierwszego i rzędu drugiego. Realizacje filtrów w strukturze sekcji bikwadratowej. Filtr eliptyczny typu N. Charakterystyki amplitudowe filtrów.
12. Systemy transmisji informacji.
Modulacje sygnałów analogowe, impulsowe i cyfrowe. Kluczowanie amplitudy, częstotliwości i fazy. Przykłady współczesnych cyfrowych systemów transmisji informacji.

**Metody oceny:**

Ocena studenta jest dokonywana na podstawie egzaminu (30 pkt), jednego audytoryjnego kolokwium zaliczającego ćwiczenia (10 pkt) oraz pięciu ćwiczeń laboratoryjnych (20 pkt). Łączna liczba punktów możliwych do uzyskania wynosi 60 pkt.
Laboratorium jest zaliczone, jeśli suma punktów uzyskanych z poszczególnych ćwiczeń laboratoryjnych przekroczy 11,5 pkt. W przeciwnym razie student jest niedopuszczony do egzaminu. Przedmiot jest zaliczony, jeśli łączna liczba punktów z egzaminu, kolokwium i ćwiczeń laboratoryjnych jest równa co najmniej 30 pkt. oraz jeśli egzamin jest zaliczony na co najmniej 12 pkt.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Literatura podstawowa:
1. S. Dymowski: Elementy teorii informacji, WPW, 1972.
2. J. Szabatin (red): Zbiór zadań z teorii sygnałów i teorii informacji. OWPW, 2003.
3. J. Wojciechowski (red): Sygnały i systemy. Ćwiczenia laboratoryjne, OWPW, 2006.
4. J. Szabatin, K. Radecki (red): Teoria sygnałów i modulacji. Ćwiczenia laboratoryjne, OWPW, 2009.
Literatura uzupełniająca (dla osób zainteresowanych szerzej problematyką sygnałową realizowaną w ramach przedmiotu):
1. J. Szabatin: Przetwarzanie Sygnałów (podręcznik dla studentów studiów internetowych Ośrodka Kształcenia na Odległość Politechniki Warszawskiej, 2011 dostępny pod adresem: http://www.pw.edu.pl/~szabatin/ )
2. J. Szabatin: Zbiór zadań z Przetwarzania Sygnałów z rozwiązaniami (skrypt dla studentów studiów internetowych Ośrodka Kształcenia na Odległość Politechniki Warszawskiej, 2013; dostępny pod adresem: http://www.pw.edu.pl/~szabatin/ )

**Witryna www przedmiotu:**

www.elka.przedmioty/tsi

**Uwagi:**

Istnieje możliwość zwolnienia z egzaminu, jeśli suma punktów uzyskanych z kolokwium i ćwiczeń laboratoryjnych przekroczy 25 pkt (na 30 możliwych do uzyskania)

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka TSI\_W01:**

Student, który zaliczył przedmiot ma podstawową wiedzę na temat: fundamentalnych pojęć teorii informacji, miar ilości informacji, pojęcia przepustowości kanału informacyjnego, bezstratnego kodownia kompresyjnego, kodowania korekcyjengo, opisu sygnałów w dziedzinach: czasu, częstotliwości i zespolonej, próbkowania, kwantowania i kodowania sygnałów, przetwarzania sygnału analogowego w sygnał cyfrowy, przetwarzania sygnałów przez filtry LS, współczesnych cyfrowych systemów transmisji danych.

Weryfikacja:

ćwiczenia audytoryjne, dyskusje w ramach ćwiczeń, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka TSI\_U01:**

Student, który zaliczył przedmiot potrafi: obliczać miary informacji w modelach prostych źródeł informacyjnych, szacować ilość informacji zawartą w rzeczywistych źródłach, obliczać przepustowość prostych kanałów informacyjnych, zaprojektować optymalny kod kompresyjny, zaprojektować kod korekcyjny Hamminga, wyznaczać częstotliwość Nyquista próbkowania sygnałów, przeprowadzić analizę szumu kwantowania w przetworniku A/C, wyznaczać charakterystyki filtrów LS,

Weryfikacja:

kolokwium audytoryjne, kolokwia wstępne poprzedzające ćwiczenia laboratoryjne, sprawozdania z laboratoriów, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.1.o, III.P6S\_UW.2.o, III.P6S\_UW.3.o, III.P6S\_UW.4.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka TSI\_K01:**

Student, który zaliczył przedmiot ma świadomość jakie znaczenia dla studiowanej przez niego dyscypliny ma omówiona problematyka, rozumie konieczność stałego rozwijania zdobytej wiedzy i śledzenia postępów w studiowanej dziedzinie

Weryfikacja:

Wefyfikacja następuje podczas dalszego kształcenia się na wyższych semestrach

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K07, K\_K01, K\_K02, K\_K03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_KO, I.P6S\_KK, I.P6S\_KR