**Nazwa przedmiotu:**

Nowe techniki transmisji radiowej

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż Yevhen Yashchyshyn

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Telekomunikacja

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne - zaawansowane

**Kod przedmiotu:**

NTTR

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

100

**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:**

2

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

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

**Wymagania wstępne:**

Zalecane przedmioty poprzedzające: Systemy radiokomunikacyjne (SRKO)

**Limit liczby studentów:**

45

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie słuchaczy z teoretycznymi i praktycznymi aspektami zaawansowanej radiowej transmisji sygnałów bazującej na technikach jednoantenowych (w tym radia kognitywnego - ang. Cognitive Radio), wieloantenowych (ang. MIMO, distributed antennas) oraz zbiorczych (ang. diversity). Przedstawione zostaną także interdyscyplinarne zagadnienia fizycznej realizacji podzespołów (łączące techniki mikrofalowe, optoelektryczne oraz fotoniczne).

**Treści kształcenia:**

Treść wykładu:
1) Wprowadzenie (2g). Ograniczone zasoby widmowe jako istotny czynnik określający tendencje rozwojowe transmisji radiowej. Podstawowe problemy realizacyjne transmisji w coraz wyższych zakresach częstotliwości.
2) Radio dostosowujące się (Flexible Radio) (2g): podstawy teoretyczne; inteligencja jako trzeci zasób (oprócz pasma i energii), spekty sieciowe techniki Flexible Radio
3) Radio programowalne (Software Defined Radio) (2g): koncepcja, zasada działania; architektura systemów; przykłady realizacji – SPEAKeasy, JTRS.
4) Radio kognitywne (Cognitive Radio) (3g): koncepcje dynamicznego dostępu do widma; zasady współużytkowania zasobów widmowych, podstawowe techniki; przykładowe realizacje.
5) Sieci samoorganizujące się (Self Organizing Networks) (3g) - koncepcja, ograniczenia, realizacje.
6) Techniki MIMO oraz odbioru zbiorczego (6g): MIMO – definicja i zasada działania; odbiór zbiorczy (space – diversity); multipleksacja przestrzenna; modele systemu MIMO (model macierzowy systemu; modele kanału radiowego); przykład systemu MIMO wykorzystującego „space-diversity” – wykorzystanie kodowania Alamoutiego; systemy z multipleksacją przestrzenną; techniki detekcji - algorytmy: ZF, V-BLAST, MLD; porównanie złożoności i uzyskiwanych wartości BER; zastosowanie modulacji wielotonowej (OFDM) w systemach MIMO.
7) Techniki otwartej architektury dla przyszłościowej komunikacji bezprzewodowej (4g): koncepcja systemów DAS (Distributed Antenna Systems); możliwości i ograniczenia sieci komórkowych z DAS; DAS dla systemów MIMO; przetwarzanie sygnałów w systemach DAS; optymalne zasoby systemów DAS; optymalizacja wykorzystania protokołów MAC i anten inteligentnych; wirtualne systemy MIMO; przykłady badań oraz zastosowań (DAS w sieciach CDMA i DVB-H).
8) Nowoczesne oraz przyszłościowe systemy antenowe (4g): techniki fotoniki mikrofalowej dla transmisji radiowej, systemy Fiber-over-Radio, transmisja sygnałów za pomocą systemu optoelektronicznego w paśmie podstawowym, pośrednim oraz radiowym, anteny fotoniczne; systemy rekonfigurowalne; anteny o rekonfigurowanej aperturze; anteny do systemów UWB, Cognitive Radio, MIMO oraz DAS.
9) Techniki fal milimetrowych oraz terahercowych (4g): problemy generacji oraz detekcji sygnałów w paśmie od mikrofal do zakresu optycznego; problemy technologiczne połączenia podzespołów systemów; techniki integrowania podzespołów, w tym anten, filtrów, elementów aktywnych; techniki pomiarowe
Zakres projektu/ćwiczeń:
Wykonywane za pomocą symulacji w Matlabie / Octave lub C (w przypadku projektu)
• implementacja prostego symulatora systemu MIMO,
• implementacja algorytmów detekcji,
• badanie BER i złożoności obliczeniowej algorytmów detekcji,
• badanie BER w funkcji parametrów kanału radiowego,
• implementacja zestawu procedur umożliwiających przeprowadzenie detekcji na podstawie surowych danych pomiarowych (z przetwornika A/C) rzeczywistego systemu MIMO,
• symulacja działania anteny inteligentnej.

**Metody oceny:**

Ocena zaliczenia przedmiotu jest równa średniej z ocen projektu, ćwiczeń i egzaminu+0.05.
Należy uzyskać co najmniej połowę maksymalnej liczby punktów zarówno z egzaminu jak i z projektu i ćwiczeń.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Literatura:
1. W. H. Tranter, K. Sam Shanmugan, T. S. Rappaport, K. L. Kosbar, Principles of Communication Systems Simulation with Wireless Applications, Prentice Hall, 2004.
2. J. Mitola III, Cognitive Radio Architecture. The Engineering Foundations of Radio XML, John Wiley & Sons, 2008
3. H. Arslan (ed.), Cognitive Radio, Software Defined Radio, And Adaptive Wireless Systems, Springer, 2007
4. L. Doyle, Essentials of Cognitive Radio, Cambridge Press, 2009
5. S. M. Alamouti, “A simple transmit diversity technique for wireless communications,” IEEE J.Select. Areas Commun., vol. 16, no. 8, pp. 1451–1458, Oct. 1998.
6. G. D. Golden, C. J. Foschini, R. A. Valenzuela, P. W. Wolniansky, “Detection algorithm and initial laboratory results using V-BLAST space-time communication architecture,” Electronics Letters, vol. 35, no. 1, 7 Jan. 1999.

**Witryna www przedmiotu:**

www.ire.pw.edu.pl

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka NTTR\_W1:**

Efektem kształcenia będzie szczegółowa wiedza w zakresie nowoczesnych zaawansowanych metod transmisji radiowej wraz z umiejętnością operowania aparatem matematycznym do analizy parametrów systemowych nowowprowadzanych systemów radiokomunikacyjnych.

Weryfikacja:

kolokwia, projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01, K\_W06, K\_W07, K\_W13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG, III.P7S\_WG.o

**Charakterystyka Wpisz opis:**

Wpisz opis

Weryfikacja:

Wpisz opis

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:**

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka NTTR\_W2:**

Student, który zaliczył przedmiot, potrafi wybrać metodę analizy i przeprowadzić analizę systemu radiowego, w tym wieloantenowego, wybrać właściwy model kanału radiowego dla potrzeb symulacji systemu

Weryfikacja:

projekt, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U02, K\_U05, K\_U06

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

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka Wpisz opis:**

ma świadomość ważności i zrozumienie pozatechnicznych aspektów i skutków działalności systemów antenowych

Weryfikacja:

projekt, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_KK, I.P7S\_KR