**Nazwa przedmiotu:**

Cyfrowe systemy komórkowe

**Koordynator przedmiotu:**

Jerzy KOŁAKOWSKI, Jacek CICHOCKI

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Telekomunikacja

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne - podstawowe

**Kod przedmiotu:**

CSK

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

104: 30 godzin - udział w wykładach i kolokwiach wykładowych, 15 godzin udział w laboratoriach, 12 godzin przygotowania do 4 laboratoriów, 8 godzin przygotowanie sprawozdań z laboratoriów, 2 godziny udział w konsultacjach, 5 godzin - przygotowanie do wykładów, 8 godzin - bieżąca analiza treści wykładów bezpośrednio po wykładach, po 12 godzin - przygotowanie do kolokwiów wykładowych

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

2
(30 godz. wykładów, 15 godz. laboratoriów, 2 godz - konsultacje)

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1
(15 godz laboratoriów, 10 godzin - przygotowanie i wykonowanie sprawozdań z laboratoriów)

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

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

**Wymagania wstępne:**

wiedza i umiejętności w zakresie efektó przedmiotu "Podstawy radiokomunikacji" (PR)

**Limit liczby studentów:**

48

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z cyfrowymi systemami komórkowymi. Wykład omawia metody realizacji transmisji informacji, architekturę systemów oraz ich funkcjonowanie. Szczególną uwagę zwrócono na realizację interfejsu radiowego oraz zarządzanie zasobami radiowymi. Prezentowane treści są ilustrowane przede wszystkim rozwiązaniami zastosowanymi w systemie GSM/GPRS/EDGE. Omówione zostały również inne systemy drugiej i trzeciej generacji (cdmaOne, UMTS). Część laboratoryjna pozwala na praktyczne zapoznanie studentów z interfejsem radiowym systemów TDMA i CDMA, właściwościami stacji ruchomych tych systemów oraz metodami badań sygnałów i urządzeń.

**Treści kształcenia:**

TRESC WYKŁADU:
Wprowadzenie.
Geneza i ogólna charakterystyka cyfrowych systemów komórkowych. Transmisja sygnałów cyfrowych łączem radiowym. Właściwości kanału radiowego. Techniki poprawiania jakości transmisji. Transmisja MIMO.

Podstawy systemu GSM.
Wprowadzenie. Usługi. Architektura sieci. Transmisja informacji w systemie. Kodowanie i dekodowanie sygnałów mowy. Łącze radiowe systemu. Rodzaje i hierarchia ramek. Kanały fizyczne i logiczne. Zarządzanie zasobami radiowymi. Dostęp do usług. Przydział kanałów radiowych. Zestawianie i zwalnianie połączeń. Transmisja SMS. Zabezpieczenia w systemie GSM. Stacje ruchome i bazowe (budowa i zasada działania, pomiary parametrów).

Szybka transmisja danych w systemie GSM.
Transmisja pakietowa w łączu radiowym (GPRS). Architektura GPRS. Techniki transmisji w łączu radiowym (kanały, kodowanie). Procedury GPRS (dołączanie i odłączanie od sieci, zarządzanie kontekstami PDP). Realizacja transmisji w GPRS. System EDGE. Techniki transmisji w łączu radiowym (modulacja, kodowanie, adaptacja łącza, wzrastająca nadmiarowość).

Wprowadzenie do systemów trzeciej generacji.
Założenia systemu trzeciej generacji. Zagadnienia transmisji danych i usług multimedialnych. Systemy IMT-2000.

Podstawy systemu UMTS.
Założenia systemu. Środowiska. Architektura systemu. Usługi i aplikacje. Usługi multimedialne. Jakość usług (QoS). Transmisja w UMTS. Kanały logiczne transportowe i fizyczne.

Interfejs radiowy UMTS.
Podstawy transmisji w systemach CDMA. Zagadnienie pojemności sieci. Realizacja transmisji w łączu radiowym.

Wybrane procedury Zarządzanie zasobami radiowymi. Podstawowe procedury systemowe.

Tendencje rozwojowe systemów komórkowych.
Rozwój standardu UMTS. Techniki HSPA i HSPA+. Podstawy systemu LTE (podstawowe właściwości, architektura, interfejs radiowy), systemy czwartej generacji (LTE Advanced).

CWICZENIA LABORATORYJNE
Ćwiczenie J: Generacja i analiza sygnałów TDMA
(wytwarzanie testowych sygnałów systemu GSM z możliwością wprowadzania odstępstw od wymagań standardu; analiza sygnałów w dziedzinie częstotliwości i czasu).
Ćwiczenie K: Generacja i analiza sygnałów CDMA
(wytwarzanie testowych sygnałów systemu cdmaOne z możliwością wprowadzania odstępstw od wymagań standardu; analiza sygnałów w dziedzinie częstotliwości i czasu z wykorzystaniem wektorowego analizatora sygnałów).
Ćwiczenie L: Pikokomórka GSM (badania realizacji usług, zasięgu transmisji, sygnałów interfejsu radiowego komercyjnego systemu PicoNode firmy Interwave-Nortel).
Ćwiczenie N: Badania stacji ruchomej (badania nadajnika i odbiornika stacji za pomocą specjalizowanego testera radiokomunikacyjnego i generatora sygnału zakłócającego testowego).
Ćwiczenie V: Wizyta techniczna w centrum zarządzania siecią wybranego operatora sieci komórkowej (zapoznanie z działaniem centrum i inymi działami obsługi technicznej).

**Metody oceny:**

Przedmiot jest oceniany na podstawie sumy punktów uzyskanych:
- z dwóch kolokwiów wykładowych (do 30 pkt za każde kolokwium),
- w ramach laboratorium (do 10 pkt za każde z czterech ćwiczeń),
- w ramach wizyty technicznej (4 pkt).
Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest: uzyskanie łącznie co najmniej 53 pkt oraz ponad 30% punktów z każdego kolokwium wykładowego.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

Kołakowski J., Cichocki J., Materiały pomocnicze do przedmiotu Cyfrowe systemy komórkowe (slajdy do wykładów i instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych) - oprac. wewn. IR PW (aktualizowane na bieżąco, dostępne na stronie www przedmiotu),
K. Wesołowski, „Systemy radiokomunikacji ruchomej”, WKiŁ, 2003
W. Hołubowicz, P. Płóciennik, "Cyfrowe systemy telefonii komórkowej GSM900, GSM1800, UMTS", (wyd.III, rozszerzone i uzupełnione), Poznań 1998;
J. Kołakowski, J. Cichocki, „UMTS – system telefonii komórkowej trzeciej generacji”, WKiŁ 2003,2005.
T.Halonen, J.Romero, J.Merero (ed.) „GSM, GPRS and EDGE Performance - Evolution Towards 3G/UMTS”, John Wiley & Sons, 2003
H.Holma, A.Toskala (ed.) "WCDMA for UMTS", John Wiley & Sons, 2000,2006
J. Korhonen, „Introduction to 3G Mobile Communications”, Artech House,2003

**Witryna www przedmiotu:**

pmr.ire.pw.edu.pl/dydaktyka/CSK/cyfrowe\_syst\_kom.htm

**Uwagi:**

Realizacja dostosowana do zapotrzebowania, na ogól w obu semestrach

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka CSK\_W1:**

Student (który zaliczył przedmiot) zna architektury cyfrowych systemów komórkowych (GSM, GPRS, UMTS), podstawowe procedury systemowe związane z działaniem sieci GSM/GPRS/EDGE oraz techniki transmisji informacji w łączach radiowych systemów GSM/GPRS/EDGE i UMTS

Weryfikacja:

kolokwia wykładowe 1 i 2

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W08, K\_W09

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

**Charakterystyka CSK\_W2:**

Student zna podstawowe ograniczenia transmisji w łaczu radiowych i metody ich przezwyciężania stosowane w systemach komórkowych

Weryfikacja:

kolokwium wykładowe, kolokwia wstępne do laboratoriów J i K

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W10, K\_W11

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

**Charakterystyka CSK\_W3:**

Student zna podstawowe tendencje rozwojowe w zakresie systemów komórkowych

Weryfikacja:

kolokwium wykładowe 2

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W11

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

**Charakterystyka CSK\_W4:**

Student zna techniki i aparaturę pomiarową służace do oceny transmisji w łączu radiowym systemu GSM

Weryfikacja:

kolokwia wstęne i przebieg ćwiczeń J i N

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W04

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka CSK\_U1:**

Student (który zaliczył przedmiot) potrafi dokonać oceny możłiwości i ograniczeń transmisji w systemach komórkowych, potrafi okreśłić przydatność różnych systemów komórkowych do realizacji transmisji spełniajacych wzrastające wymagania użytkowników

Weryfikacja:

kolokwia wykładowe 1 i 2, laboratoria J, K i N

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08, K\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.2.o, III.P7S\_UW.3.o, I.P7S\_UO, III.P7S\_UW.4.o

**Charakterystyka CSK\_U2:**

Student potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi pomiary sygnałów łącza radiowego systemów komórkowych, potrafi uniknąc błedów wynikajacych z ograniczeń aparatury pomiarowej

Weryfikacja:

laboratoria J i K

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U10

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

**Charakterystyka CSK\_U4:**

Student potrafi zinterpretować działanie sieci oraz analizować zjawiska zachodzące w łaczach radiowych systemów komórkowych z punktu widzenia ich wpływu na możliwości transmisyjne sieci komórkowych

Weryfikacja:

kolokwia wstęne do ćwiczeń L i N, przebieg laboratoriów, kolokwia wykładowe

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U08, K\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UK, I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.2.o, III.P7S\_UW.3.o, I.P7S\_UO, III.P7S\_UW.4.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka CSK\_K1:**

Student (kóry zaliczył przedmiot) potrafi pracować w grupie kilkuosobowej realizującej wspólnie zadania pomiarowe

Weryfikacja:

laboratoria J, K, L i N

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K01

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