**Nazwa przedmiotu:**

Systemy UMTS i LTE

**Koordynator przedmiotu:**

Jerzy KOŁAKOWSKI

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Telekomunikacja

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne

**Kod przedmiotu:**

UMTS

**Semestr nominalny:**

6 / 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 10 i 14 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:**

CSK Cyfrowe Systemy Komórkowe - wymagany

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie z systemami komórkowymi UMTS i LTE (architekturą, zasadami kształtowania sygnałów w łączu radiowym, procedurami systemowymi, budową i zasadą działania urządzeń radiowych, aspektami planowania ruchu i planowania sieci), a także z podstawami systemu LTE-Advanced.
Część laboratoryjna pozwala na praktyczne zapoznanie studentów z właściwościami sygnałów łącza radiowego, technikami pomiarów tych sygnałów, a także z kodowaniem mowy i z realizacją wybranych procedur systemowych.

**Treści kształcenia:**

TRESC WYKŁADU:
Wprowadzenie.
Geneza i ogólna charakterystyka systemów 3G. Rodzina systemów IMT2000 (założenia, techniki transmisji w łączu radiowym, zasoby widmowe). Standaryzacja systemów 3G. Wersje standardu UMTS.

Usługi systemu UMTS.
Usługi i aplikacje. Klasyfikacja usług. Teleusługi. Usługi przenoszenia. Usługi multimedialne.

Architektura systemu UMTS.
Ogólna architektura sieci. Stacja ruchoma. Architektury sieci radiowych UTRAN i GERAN. Ewolucja UTRAN. Architektura sieci szkieletowej. Wersje architektur domen komutacji łączy i komutacji pakietów. Podsystem multimedialny IP. Tendencje rozwoju architektury.

Transmisja informacji w systemie UMTS.
Ogólne zasady transmisji informacji. Organizacja transmisji w UTRAN (kanały logiczne, transportowe i fizyczne). Transmisja sygnałów mowy. Transmisja danych z komutacją łączy. Transmisja pakietowa. Specyfika transmisji informacji multimedialnych. Jakość transmisji informacji - QoS.

Interfejs radiowy systemu.
Techniki transmisji w interfejsie radiowym. Łącza FDD i TDD (założenia, rozpraszanie, skramblowanie, modulacja). Wybrane techniki nadawania i odbioru (odbiornik RAKE, techniki MIMO i multiuser detection). Transmisja HSDPA i HSUPA.

Dostęp stacji ruchomej do sieci.
Struktura przestrzenna sieci. Identyfikatory stacji ruchomej. Transmisja informacji systemowych.Wybór sieci i komórki. Synchronizacja stacji. Rejestracja stacji wsieci. Przywołanie stacji.

Zarządzanie zasobami radiowymi w systemie UMTS.
Przydział zasobów dla stacji ruchomej, Sterowanie przyjmowaniem zgłoszeń. Przydział zasobów dla transmisji pakietowych. Przeciwdziałanie przeciążeniom sieci. Regulacja mocy. Przenoszenie połączeń.

Wybrane procedury.
Aktualizacja informacji o lokalizacji stacji ruchomej. Zestawianie połączeń rozmównych. Procedury związane z pakietową transmisją danych. Procedury zabezpieczające (uwierzytelniania, szyfrowania, kontroli integralności danych).

Planowanie i realizacja sieci UMTS.
Wprowadzenie do projektowania sieci radiowej. Bilans łącza radiowego. Terminale i stacje bazowe systemu UMTS. Pomiary stacji ruchomych i bazowych.

System LTE (Long Term Evolution).
Założenia. Modyfikacje architektury. Nowe techniki transmisji w łączu radiowym.

Tendencje rozwojowe systemów komórkowych.
Ewolucja systemówkomórkowych. Systemy HSPA+. Systemy IMT Advanced i LTE Advanced.

ZAKRES LABORATORIUM
Cwiczenie U1: Badanie kodera-dekodera mowy AMR i AMR-WB
(z wykorzystaniem specjalnego oprogramowania dydaktycznego, badanie poszczególnych trybów pracy kodera, ocena wpływu błędów w transmisji na jakość mowy, badanie zrozumiałości mowy w środowisku zakłóceń akustycznych).
Cwiczenie U2: Monitorowanie emisji CDMA i LTE (pomiary sygnałów emitowanych porzez stacje bazowe i ruchome systemów UMTS, CDMA200 i LTE za pomocą analizatora widma, obserwacja wpływu zmian warunków propagacyjnych na emisje stacji ruchomej)
Cwiczenie U3: Badanie właściwości sygnałów łącza radiowego UMTS
(z wykorzystaniem oprogramowania WinIQSim, m. in. badanie sygnałów w dziedzinach czasu, kodu, częstotliwości, obserwacja wykresów wektorowych i konstelacji).
Cwiczenie U4: Pomiary sygnałów szerokopasmowych
(wytwarzanie testowych sygnałów systemu UMTS z możliwością wprowadzania odstępstw od wymagań standardu; analiza sygnałów w dziedzinie częstotliwości i czasu z wykorzystaniem wektorowego analizatora sygnałów).
Cwiczenie U5: Pomiary specjaliostyczne terminali UMTS (HSDPA i HSPA+) w laboratorium operatora siecikomórkowej (z wykorzystaniem specjalizowanych testerów i sztucznej sieci)

**Metody oceny:**

Przedmiot jest oceniany na podstawie sumy punktów uzyskanych:
- z dwóch kolokwiów wykładowych (do 24 pkt za pierwsze kolokwium,do 36 pkt - za drugie),
- w ramach laboratorium (do 10 pkt za każde z ćwiczeń U1..U4 i do 4 pkt za ćwiczenie U5).
Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest uzyskanie łącznie conajmniej 53 pkt oraz ponad 30% punktów z każdego kolokwium wykładowego.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

J. Kołakowski, J. Cichocki - Materiały pomocnicze do przedmiotu "System UMTS" - opracowanie wenętrzne IR PW (instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych i kopie slajdów wykładowych, dostęne na bieżąco na stronie www przedmiotu)
K. Wesołowski, „Systemy radiokomunikacji ruchomej”, WKiŁ, 2003
J. Kołakowski, J. Cichocki, „UMTS – system telefonii komórkowej trzeciej generacji”, WKiŁ 2003, 2005, 2008.
H. Kaaranen, A. Ahtiainen, L Laitinen, S. Naghian, V. Niemi. UMTS Networks, Architecture, Mobility and Services. John Wiley & Sons, 2001,2005
H.Holma, A.Toskala (ed.) "WCDMA for UMTS", John Wiley & Sons, 2000, 2006, 2008
J. Korhonen, „Introduction to 3G Mobile Communications”, Artech House, 2001, 2003
J.Laiho, A.Wacker, T.Novosad (ed.) „Radio Network Planning and Optimisation for UMTS”, John Wiley & Sons, 2002, 2006
M.J. Nawrocki, M.Dohler, A.H.Avghami (ed), „Understanding UMTS Radio Network – Modelling, Planning and Automated Optimization, Theory and Practice”, John Wiley & Sons, 2006
H.Holma, A.Toskala, „HSDPA/HSUPA for UMTS” John Wiley & Sons, 2006
P.Lescuyer, T. Lucidarme; Evolved Packet System (EPS). The LTE and SAE evolution of 3G UMTS, John Wiley & Sons, 2008
K. Fazel, S. Kaiser, Multicarrier and Spread Spectrum Systems. From OFDM and MC-CDMA toLTE and WiMAX , John Wiley & Sons, 2008
Literatura firmowa, m.in.: Ericsson, Siemens, Rohde & Schwarz, Agilent‑Technologies, Motorola, Alcatel itd,
Zasoby internetowe, m.in. www.etsi.org, www.3gpp.org, www.umts-forum.org, www.gsacom.com

**Witryna www przedmiotu:**

pmr.ire.pw.edu.pl/dydaktyka/UMTS/umts.htm

**Uwagi:**

dawniej "System UMTS"

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka UMTS\_W1:**

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

Weryfikacja:

kolokwia wykładowe 1 i 2

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W08, K\_W09, K\_W10, K\_W11

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

**Charakterystyka UMTS\_W2:**

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

Weryfikacja:

kolokwium wykładowe, kolokwia wstępne do laboratoriów

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W09, K\_W10

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

**Charakterystyka UMTS\_W3:**

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

Weryfikacja:

kolokwia wstępne i przebieg ćwiczeń U2, U4

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

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

**Charakterystyka UMTS\_W4:**

Student zna podstawowe tendencje rozwojowe w zakresie systemów komórkowych

Weryfikacja:

lokwium wykładowe 2

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W11, K\_W14, K\_W15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG, III.P6S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka UMTS\_U1:**

Student potrafi dokonać oceny możłiwości i ograniczeń transmisji w systemach komórkowych 3G i 4G, potrafi określić przydatność różnych systemów komórkowych do realizacji transmisji spełniajacych wymagania użytkowników

Weryfikacja:

kolokwia wykładowe 1 i 2, laboratoria

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U17, K\_U08

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

**Charakterystyka UMTS\_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 U2, U4

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U10, K\_U15, K\_U17

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

**Charakterystyka UMTS\_U3:**

Student potrafi zinterpretować działanie sieci oraz analizować zjawiska zachodzące w łączach radiowych systemów komórkowych 3G i 4G z punktu widzenia ich wpływu na możliwości transmisyjne sieci komórkowych

Weryfikacja:

kolokwia wstęne do ćwiczeń laboratoryjnych, przebieg laboratoriów, kolokwia wykładowe

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U17

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

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka UMTS\_K1:**

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

Weryfikacja:

laboratoria U1,U2, U3, U4

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K03, K\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**