



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Systemy radiokomunikacyjne następnych generacji, PG_00048372						
Kierunek studiów	Elektronika i telekomunikacja						
Data rozpoczęcia studiów	luty 2025 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu			2025/2026		
Poziom kształcenia	II stopnia	Grupa zajęć			Grupa zajęć fakultatywnych Grupa zajęć specjalnościowych Grupa zajęć powiązanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie nauki związanej z kierunkiem - profil ogólnoakademicki		
Forma studiów	stacjonarne	Sposób realizacji			na uczelni		
Rok studiów	1	Język wykładowy			polski		
Semestr studiów	2	Liczba punktów ECTS			2.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki	Forma zaliczenia			egzamin		
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki -> Katedra Systemów i Sieci Radiokomunikacyjnych						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot	dr inż. Sławomir Gajewski					
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu	dr inż. Sławomir Gajewski					
Formy zajęć i metody nauczania	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30
	W tym liczba godzin zajęć na odległość: 0.0						
Aktywność studenta i liczba godzin pracy	Aktywność studenta	Udział w zajęciach dydaktycznych, objętych planem studiów	Udział w konsultacjach		Praca własna studenta		RAZEM
	Liczba godzin pracy studenta	30	4.0		16.0		50
Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zagadnieniami problemowymi i zasadami działania radiokomunikacyjnych systemów komórkowych nowej generacji.						
Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy		Efekt z przedmiotu			Sposób weryfikacji i oceny efektu	
	[K7_W10] zna i rozumie w pogłębionym stopniu podstawowe procesy zachodzące w cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych oraz metody wspomagania procesów i funkcji, specyficzne dla kierunku studiów		Student rozumie zasady działania poszczególnych komponentów systemów radiokomunikacyjnych oraz zna zasady ich projektowania.			[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej	
	[K7_W03] zna i rozumie w pogłębionym stopniu budowę i zasady działania komponentów i systemów związanych z kierunkiem studiów, w tym teorie, metody i złożone zależności między nimi oraz wybrane zagadnienia szczegółowe – właściwe dla programu kształcenia		Student potrafi analizować problemy techniczne w systemach radiokomunikacyjnych. Rozumie budowę oraz zasady działania systemów komórkowych nowej generacji.			[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej	
	[K7_K02] jest gotów do krytycznej oceny odbieranych treści, uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych		Student potrafi krytycznie oceniać rozwiązania systemowe.			[SK5] Ocena umiejętności rozwiązywania problemów występujących w praktyce	

Treści przedmiotu	<ol style="list-style-type: none">1) Rozwój sieci komórkowych i standaryzacja ITU oraz 3GPP.2) Podstawowe wymagania i zakresy częstotliwościowe dla systemów komórkowych 4G, 5G i 6G.3) Ogólna charakterystyka systemów LTE-Advanced Pro i 5G NR, podstawowe parametry techniczne i właściwości systemów 4G i 5G, komponenty IoT.4) Wielosystemowa, konwergentna sieć komórkowa proces ewolucji sieci, rola komponentów składowych od 2G do 6G5) Sieć heterogeniczna, struktury komórkowe w systemach nowej generacji.6) Architektury sieci 4G LTE i 5G NR, architektura softwarowa, funkcje sieciowe.7) Sieci definiowane programowo SDN i wirtualizacja funkcji sieciowych (VNF).8) Implementacja podsieci logicznych (Network Slicing) w sieci fizycznej.9) Architektura sieci dostępu radiowego RAN (4G) i NG RAN (5G). Sieci dostępowe: open RAN, virtualised-RAN, AI-based RAN, cloud RAN, centralised RAN.10) Ogólna charakterystyka interfejsu radiowego w systemach 4G LTE oraz 5G NR, transmisja OFDM i SC-FDM, modulacja, kodowanie kanałowe, schematy kodowo-modulacyjne, parametry techniczne.11) Problematyka zarządzania zasobami fizycznymi w sieciach 4G i 5G.12) Formaty ramek, tryby duplexu, przydział zasobów fizycznych w systemach 4G/5G, usługi bazowe i teleusługi.13) Zasada modulacji i realizacja transmisji wielotonowej OFDM w systemie 4G/5G, zasada demodulacji i procedury odbiorcze.14) Przetwarzanie sygnałów w kanałach transportowych i fizycznych w systemach 4G/5G.15) Protokoły radiowe w sieciach 4G/5G.16) Problem PAPR w systemach 4G/5G, techniki wielodostępu OFDMA i SC FDMA.17) Podstawy modelowania kanałów radiokomunikacyjnych dla systemów na potrzeby symulacji/emulacji w badaniach i miernictwie.18) Pomiary systemowe w łączu radiowym systemu 5G-NR / 4G-LTE i ich związek z działaniem sieci radiokomunikacyjnej, parametry sieci i sygnały mierzone w praktyce.19) Diagnostyka i optymalizacja sieci w praktyce.20) Wskaźnik jakości kanału CQI w systemach radiokomunikacyjnych, rodzaj modulacji a zasięg stacji, schematy kodowo-modulacyjne MCS.21) Charakterystyki przepływnościowe, jakościowe i zasięgowe sieci LTE.22) Zasady projektowania interfejsów radiowych 4G/5G opartych na technice OFDMA/SC-FDMA, konfiguracja parametrów systemowych, dobór parametrów łącza.
-------------------	---

	<p>23) Efektywność techniki OFDMA w systemach nowej generacji, pojemność łącza, przepustowość graniczna Shannona.</p> <p>24) Techniki koordynacji interferencji międzykomórkowych, szeregowanie danych (scheduling), zasady ponownego wykorzystania pasma w komórkach w systemach radiokomunikacyjnych.</p> <p>25) Nowoczesne techniki ponownego wykorzystania pasma częstotliwościowego w systemach 4G/5G właściwości wybranych technik i ich wpływ na wydajność sieci komórkowej.</p> <p>26) Wybrane techniki zwiększenia pojemności, przepływności i pokrycia radiowego w systemach nowej generacji charakterystyka ogólna.</p> <p>27) Techniki zarządzania zasobami a wydajność sieci. Techniki skoordynowanej transmisji wielopunktowej CoMP.</p> <p>28) Dywersyfikacja nadawania i odbioru, technika MIMO i massive-MIMO.</p> <p>29) Systemy 6 generacji podstawowe charakterystyki.</p> <p>30) Komunikacja w systemach 6G immersyjna, zintegrowana z AI, bliźniaki cyfrowe, zintegrowane wykrywanie w oparciu o sensory.</p>		
Wymagania wstępne i dodatkowe			
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej
	Egzamin pisemny, 2 godz. Dopuszcza się egzamin ustny przy małej liczbie studentów.	50.0%	100.0%
Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	<p>1) Holma H., Toskala A., Nakamura T.(editors), 5G Technology. 3GPP Evolution to 5G-Advanced, Second Edition, Wiley 2024.</p> <p>2) Holma H., Toskala A. (editors), WCDMA for UMTS , HSPA Evolution and LTE , 4th ed., Wiley Sons, 2007.</p> <p>3) Holma H., Toskala A. (editors), LTE for UMTS , Evolution to LTE Advanced , 2nd ed. Wiley and Sons, 2011.</p>	
	Uzupełniająca lista lektur	1) Dahlman E., Parkvall S., Skold J.: 5G NR The Next Generation Wireless Access Technology , 2nd . ed., Elsevier, Academic Press, 2021.	
	Adresy eZasobów	Adresy na platformie eNauczanie:	
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania			
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy		

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.