

Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Systemy radiokomunikacyjne następnych generacji, PG_00048372						
Kierunek studiów	Elektronika i telekomunikacja						
Data rozpoczęcia studiów	luty 2026 r.		Rok akademicki realizacji przedmiotu		2026/2027		
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	Wydziały Politechniki Gdańskiej -> 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_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		
	[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_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		

Treści przedmiotu	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 6G 5) 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.
-------------------	---

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