

Nazwa zajęć:	Podstawy Obliczeń Kwantowych
Nazwa zajęć w j. angielskim:	Foundations of Quantum Computing
Zajęcia dla dyscypliny:	Informatyka techniczna i telekomunikacja

Semestr:	4	Status zajęć:	fakultatywny	Język wykładowy:	polski
Rok akademicki:	2026/27	Numer katalogowy:	125/2025/26		

Koordynator zajęć:	dr hab. Arkadiusz Orłowski
Prowadzący zajęcia:	dr hab. Arkadiusz Orłowski, dr Piotr Stachura, dr Andrzej Zembruski
Jednostka realizująca:	Instytut Informatyki technicznej
Jednostka zlecająca:	Szkoła Doktorska SGGW

Założenia, cele i opis zajęć:	<p>Celem zajęć jest zapoznanie doktorantów z podstawami obliczeń kwantowych w stopniu, który umożliwi dalsze samodzielne pogłębianie wiedzy z tej szybko rozwijającej się dziedziny. Rozpocznemy od krótkiego przeglądu najciekawszych problemów ilustrujących potencjalne zalety obliczeń kwantowych i komputerów kwantowych (supremacja kwantowa, czyli redukcja złożoności obliczeniowej niektórych algorytmów, w tym zagrożenie dla kryptografii z kluczem publicznym). Następnym etapem to wprowadzenie i przedyskutowanie elementarnych, ale podstawowych pojęć matematycznych (elementy algebry liniowej, rachunek prawdopodobieństwa) i fizycznych (najistotniejsze w tym kontekście elementy mechaniki kwantowej, czyli stany, obserwabla, superpozycje, stany czyste i mieszane, stany splątane, nielokalność), niezbędnych do pełnego zrozumienia tej dziedziny. Po przedstawieniu najważniejszych algorytmów kwantowych (kwantowa transformata Fouriera, algorytm Shora, algorytm Grovera) planujemy omówić także inne aspekty, jak np. podstawowe pojęcia kryptografii kwantowej (dystrybucja klucza), gęste kodowanie i teleportację kwantową. Krótko omówimy także kwantowe wyżarzanie i komputery D-Wave jako przykład odmiennego podejścia do obliczeń kwantowych, podkreślając różnice między maszynami uniwersalnymi a urządzeniami dedykowanymi problemom optymalizacyjnym. Chcemy także krótko nawiązać do najważniejszych aspektów technologicznych i fizycznych praktycznej realizacji obliczeń kwantowych oraz przedstawić aktualny stan rozwoju. Planujemy także aktywny udział studentów w formie prac projektowych i mini-referatów.</p>
-------------------------------	---

Forma dydaktyczna, liczba godzin:	wykład, 15
Metody dydaktyczne:	wykład, prezentacja studencka, dyskusja

Efekty uczenia się		
WIEDZA - doktorant po zrealizowaniu zajęć zna i rozumie:	UMIĘTNOŚCI - doktorant po zrealizowaniu zajęć potrafi:	KOMPETENCJE - doktorant po zrealizowaniu zajęć jest gotowy do:
W zakresie umożliwiającym rewizję istniejących paradygmatów w dziedzinie/w dyscyplinie – światowy dorobek, zbierający podstawy teoretyczne oraz ogólne i wybrane szczegółowe zagadnienia	Dokonywać krytycznej oceny wyników badań naukowych i działalności eksperckiej oraz ich wkładu w rozwój wiedzy dziedziny/dyscypliny	Krytycznej oceny dorobku reprezentowanej dziedziny/dyscypliny
Główne tendencje rozwojowe w dziedzinie/w dyscyplinie		Uznawania wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych charakterystycznych dla obszaru badań (dziedziny/dyscypliny) oraz w ujęciu interdyscyplinarnym
		Podtrzymywania etosu środowiska naukowego i prowadzenia niezależnej pracy badawczej
Sposób weryfikacji efektów uczenia się:	prezentacja wybranego tematu	
Forma dokumentacji osiągniętych efektów uczenia się:	plik prezentacji	
Elementy i wagi oceny końcowej:	uczestnictwo i aktywność na zajęciach- 30%, prezentacja wybranego tematu-70%	
Miejsce realizacji zajęć:	Sala wykładowa	
Limit osób w grupie:	20	

Literatura podstawowa i literatura uzupełniająca	
Literatura podstawowa: M. A. Nielsen & I.L. Chuang "Quantum Computation and Quantum Information" Cambridge Univ. Press (wybrane rozdziały); R. de Wolf "Quantum Computing: Lecture Notes", arXiv: 1907.09415 ; Literatura uzupełniająca: A. Zeilinger "Experiment and the foundations of quantum physics", Rev. Mod. Phys. Vol. 71, No. 2, (1999); M. Keyl "Fundamentals of quantum information theory", Phys. Rep. 369 (2002); C. Easttom "Hardware for Quantum Computing", Springer; N. S. Yanofsky and M. A. Mannucci "Quantum computing for computer scientists", Cambridge Univ. Press; E. Johnston, N. Harrigan, M. Gimeno-Segovia "Komputer kwantowy. Programowanie, algorytmy, kod.", Helion 2020; M. Hirvensalo "Algorytmy kwantowe", WSIP Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa, 2004; C. Bernhardt "Obliczenia kwantowe dla każdego", Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2020.	
Uwagi:	

Szacunkowa liczba godzin pracy doktoranta niezbędna dla osiągnięcia zakładanych efektów uczenia się:	30
--	----

Odniesienie efektów uczenia się do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji (poziom kwalifikacji 8):		
Symbol efektu:	Efekty uczenia się:	8 poziom PRK
SD1_KW01	W zakresie umożliwiającym rewizję istniejących paradygmatów w dziedzinie/w dyscyplinie – światowy dorobek, zbierający podstawy teoretyczne oraz ogólne i wybrane szczegółowe zagadnienia	P8S_WG
SD1_KW02	Główne tendencje rozwojowe w dziedzinie/w dyscyplinie	P8S_WG
SD1_KU05	Dokonywać krytycznej oceny wyników badań naukowych i działalności eksperckiej oraz ich wkładu w rozwój wiedzy dziedziny/dyscypliny	P8S_UW

SD1_KK01	Krytycznej oceny dorobku reprezentowanej dziedziny/dyscypliny	P8S_KK
SD1_KK03	Uznawania wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych charakterystycznych dla obszaru badań (dziedziny/dyscypliny) oraz w ujęciu interdyscyplinarnym	P8S_KK
SD1_KK08	Podtrzymywania etosu środowiska naukowego i prowadzenia niezależnej pracy badawczej	P8S_KR