



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Kwantowe uczenie maszynowe, PG_00063132							
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna							
Data rozpoczęcia studiów	luty 2024 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu			2023/2024			
Poziom kształcenia	II stopnia	Grupa zajęć			Grupa zajęć fakultatywnych 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 Materiały w jęz. pol. + ang.			
Semestr studiów	1	Liczba punktów ECTS			3.0			
Profil kształcenia	ogólnoakademicki	Forma zaliczenia			zaliczenie			
Jednostka prowadząca	Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej -> Instytut Fizyki i Informatyki Stosowanej -> Zakład Fizyki Teoretycznej i Informatyki Kwantowej							
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Od odpowiedzialny za przedmiot	dr inż. Marcin Nowakowski						
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu	dr inż. Marcin Nowakowski						
Formy zajęć i metody nauczania	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM	
	Liczba godzin zajęć	15.0	0.0	30.0	0.0	0.0	45	
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	45	0.0		0.0		45	
Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zaznajomienie studentów z podstawowymi zagadnieniami dotyczącymi współczesnych metod kwantowego uczenia maszynowego, w szczególności metod wykorzystujących algorytmy kwantowe do efektywnego przetwarzania i analizy danych. Studenci zdobędą wiedzę na temat teoretycznych podstaw kwantowego przetwarzania informacji, w tym superpozycji, splątania kwantowego oraz pomiarów kwantowych, a także nauczą się, jak te zjawiska mogą być wykorzystane do tworzenia nowych, bardziej efektywnych modeli uczenia maszynowego.							
Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy		Efekt z przedmiotu			Sposób weryfikacji i oceny efektu		
	[K7_W04] Posiada pogłębioną znajomość metod matematycznych, numerycznych i symulacyjnych stosowanych przy opisie i modelowaniu zjawisk fizycznych.		Posiada podstawową wiedzę w zakresie kwantowych modeli uczenia maszynowego zarówno dla układów klasycznych, jak i kwantowych.			[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej		
[K7_U05] Potrafi planować i przeprowadzać obliczenia teoretyczne, badania eksperymentalne i symulacje komputerowe, krytycznie analizować ich wyniki, wyciągać wnioski i formułować umotywowane opinie.		Posiada podstawową wiedzę w zakresie metodyki i technik programowania dla wybranych zagadnień na środowisku kwantowym.			[SU1] Ocena realizacji zadania			
Treści przedmiotu	O czym jest QML? QM i QC: stany kwantowe, ewolucja w zamkniętych systemach, pomiary i bramki (w kierunku qCNN). Algorytmy kwantowe (Kwantowa Transformata Fouriera, Kwantowa Estymacja Fazy, Odwrotność Macierzy Kwantowej). Otwarte systemy kwantowe: klasyczny model Isinga. Kwantowa fizyka wielu ciał i metody QML. Strategie ML do rozwiązywania problemów wielu ciał. Adiabaticzne obliczenia kwantowe. Próbkowanie stanów termicznych. Kwantowe wyzarzanie i implementacje. Kwantowy Przybliżony Algorytm Optymalizacji (QAOA). Obwody i metody wariacyjne. Kodowanie informacji kwantowej. Uczenie zespołowe. Klasteryzacja przez kwantową optymalizację. (Kwantowo ulepszone) metody jądrowe. Modele grafów probabilistycznych. Optymalizacja i próbkowanie. Kwantowo wspomagane procesy Gaussa. Kwantowe sieci CNN, GANy. W kierunku kwantowych metod generatywnych. Perspektywy na przyszłość: trendy technologiczne i rynkowe.							
Wymagania wstępne i dodatkowe	Matematyka dyskretna, Algebra liniowa, Rachunek prawdopodobieństwa, Mechanika kwantowa - podstawy, Podstawowe metody sztucznej inteligencji. Znajomość programowania w językach obiektowych.							

Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej
	Laboratorium - Projekt	50.0%	50.0%
	Zaliczenie	50.0%	50.0%
Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	<p>1. M. Ekman, Learning Deep Learning, NVidia DL Institute, 2023.</p> <p>2. M. Schuld, F. Petruccione, Machine Learning with QuantumComputers, Springer, 2021.</p> <p>3. M. Le Bellac, Wstęp do Informatyki Kwantowej, PWN, 2018.</p>	
	Uzupełniająca lista lektur	<p>4. E. R. Johnston et al., Komputer Kwantowy, Helion, 2020.</p> <p>5. I. Goodfellow, Deep Learning, MIT, 2020.</p>	
	Adresy eZasobów	<p>Adresy na platformie eNauczanie: Kwantowe uczenie maszynowe (FIZ2B009) - Moodle ID: 38563 https://enauczanie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=38563</p>	
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania			
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy		