



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Wybrane zastosowania komputerów kwantowych

Przedmiot

Kierunek studiów

Fizyka Techniczna

Studia w zakresie (specjalność)

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

4/7

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obieralny

Liczba godzin

Wykład

30

Laboratoria

Inne (np. online)

Ćwiczenia

Projekty/seminaria

Liczba punktów ECTS

4

Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr Gustaw Szawiola

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki

Technicznej

Piotrowo 3, 60-965 Poznań

gustaw.szawiola@put.poznan.pl

Wymagania wstępne

Wiedza i umiejętności z zakresu fizyki kwantowej, podstaw inżynierii kwantowej oraz kompetencje matematyczne i programistyczne określone w kierunkowych efektach kształcenia dla studiów I stopnia oraz II stopnia (sem. 1. i 2.) w zakresie fizyki technicznej.

Cel przedmiotu

Moduł przedstawia strukturę, praktyczne implementacje wybranych algorytmów kwantowych, a także perspektywę ich praktycznego zastosowania.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza

1. Student posługując się adekwatnymi pojęciami i metodami informatyki kwantowej objaśnia



logiczną strukturę i ograniczenia wybranych algorytmów kwantowych (wyszczególnionych w treściach programowych) . [K2_W01, K2_02, K2_W07, K2_W10] .

2. Student objaśnia szczegóły praktycznego zastosowania i implementacji wybranego algorytmu kwantowego w języku Python, z wykorzystaniem otwartych bibliotek kwantowych. [K2_W07, K2_W10].

Umiejętności

1. Student planuje implementację wskazanego algorytmu kwantowego w języku Python z wykorzystaniem otwartych bibliotek kwantowych. [K2_U01, K2_U04, K2_U05, K2_U07]

2. Student implementuje na symulatorze kwantowym (lub dostępnym w chmurze komputerze kwantowym) wskazany algorytm kwantowy, który koduje w języku Python z wykorzystaniem otwartych bibliotek kwantowych. [K2_U01, K2_U05, K2_U12, K2_U21].

3. Student przeprowadza wybrane fizyczne testy komputera kwantowego [K2_U01, K2_U14, K2_U16].

Kompetencje społeczne

1. Student ma świadomość związku dynamiki rozwoju technologii informatycznych z osiągnięciami inżynierii kwantowej. [K2_K04, K2_K08]

2. Student sumiennie i etycznie wypełnia obowiązki, wykazując konstruktywną postawę w podejmowanych dyskusjach. [K2_K03, K2_K07]

Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wiedza (W01, W02) - egzamin pisemny w formie testu (W) z maksymalną liczbą punktów $W_{max}=12p$

Umiejętności (U01, U02, U03) - dwa domowe kontrolne zadania programistyczne (U) z maksymalną liczbą punktów za dwa zadania $U_{max}=10$ punktów (5 punktów za zadanie), realizacja zadań jest weryfikowana w formie ustnej obrony w ramach egzaminu ustnego.

Kompetencje społeczne (K01, K02) - $K_{max}=3p$ ocenie podlega rzeczowość i sposób argumentacji w trakcie egzaminu ustnego.

Treści programowe

I Podstawy programowania komputera kwantowego w języku Python.

I.1 Otwarte kwantowe platformy programistyczne, języki programowania i środowiska programistyczne - przegląd. Konfiguracja środowiska programistycznego.

I.2. Przegląd składni języka Python i kluczowych bibliotek kwantowych.



I.3. Implementacja podstawowych bramek kwantowych i podstawowych kwantowych obwodów funkcjonalnych w języku Python. Przykład symulacji wybranego protokołu komunikacji kwantowej.

I.4. Problem syntezy i dekompozycji obwodów kwantowych. Uniwersalność bramek kwantowych. Transpilacja obwodów kwantowych.

II. "Kanon" algorytmów kwantowych

II.1 Implementacja algorytmów: Deutscha-Jozsa, Bernstaina-Vaziraniego, Simona.

II.2. Implementacja algorytmu kwantowej transformaty Fouriera.

II.3 Implementacja algorytmu kwantowej estymacji fazy.

II.4 Implementacja algorytmu Shora.

III. Wybrane zastosowania.

III.1 Kwantowy algorytm rozwiązywania równań liniowych.

III.2 Kwantowy algorytm wyznaczania wartości własnych metodą variacyjną - zastosowanie do symulacji molekuly.

III.3 Symulacja dynamiki kwantowej. Przybliżenie Suzukiego-Trottera

III.4 Kwantowe błędzenie przypadkowe.

IV. Kubitowy hardware kwantowy .

IV.1 Uwarunkowania hardwarowe obliczeń kwantowych.

IV.2 Testy porównawcze komputerów kwantowych (kwantowe benchmarki).

Metody dydaktyczne

Wykład: prezentacja multimedialna ilustrowana przykładami implementacji algorytmów kwantowych.

Literatura

Podstawowa

1. A. Asfaw, i in. , „Learn Quantum Computation Using Qiskit, (2020)

<http://community.qiskit.org/textbook>

2. J.D. Hidary „Quantum Computing: An Applied Approach" Springer , 2019

3. M. Lutz, "Python. Wprowadzenie. Wydanie V", Helion 2020

Uzupełniająca

1. M. Senekane, „Hands-On Quantum Information Processing with Python", Packt Publishing, 2021



2. Python Tutorial, <https://www.w3schools.com/python/default.asp>

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	68	4,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	38	2,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do egzaminu, wykonanie kontrolnych zadań programistycznych) ¹	30	2,0

¹ niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności