



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Informatyka kwantowa [S1ETI2>IK]

Przedmiot

Kierunek studiów

Edukacja techniczno-informatyczna

Rok/Semestr

2/4

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

Liczba godzin

Wykład

30

Laboratorium

15

Inne

0

Ćwiczenia

30

Projekty/seminaria

0

Liczba punktów ECTS

6,00

Koordynatorzy

Wykładowcy

Wymagania wstępne

Podstawowa wiedza z fizyki kwantowej i algebry liniowej. Umiejętność wykonywania elementarnych działań w zakresie algebry liniowej, umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł. Zrozumienie konieczności poszerzania swoich kompetencji, gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu.

Cel przedmiotu

1. Przekazanie studentom podstawowej wiedzy z informatyki kwantowej, w zakresie określonym przez treści programowe. 2. Rozwijanie u studentów umiejętności rozwiązywania prostych problemów w oparciu o uzyskaną wiedzę, a także umiejętności planowania i realizacji prostych eksperymentów kwantowych oraz konfigurowania i stosowania prostych modułów funkcjonalnych do realizacji tych eksperymentów. 3. Kształtowanie u studentów umiejętności samodzielnego kształcenia oraz umiejętności pracy zespołowej.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. student potrafi definiować podstawowe pojęcia z dziedziny mechaniki kwantowej i informatyki kwantowej w zakresie obejmowanym przez treści programowe
2. student potrafi ogólnie wyjaśnić zasadę manipulacji stanami kwantowymi (działanie podstawowych kwantowych operacji logicznych) i idee podstawowych algorytmów kwantowych, opisać podstawową architekturę komputerów kwantowych

Umiejętności:

1. student potrafi zastosować metody algebry liniowej do opisu stanów kwantowych, ich manipulacji i pomiaru
2. student potrafi korzystać ze zrozumieniem ze wskazanych źródeł wiedzy (wykaz literatury podstawowej) oraz pozyskiwać wiedzę z innych źródeł (w tym angielskojęzycznych)
3. student potrafi zaplanować procedurę tomografii stanu kwantowego izolowanego qubitu lub układu dwóch qubitów (w implementacji fotonicznej polaryzacyjnej), interpretować wyniki pomiaru stanu kwantowego, obsługiwać kwantowy generator liczb losowych
4. student potrafi zaprojektować z funkcjonalnych modułów, zgodny ze specyfikacją, prosty układ do przygotowania i koherentnej transformacji stanów kwantowych polaryzacji pojedynczych fotonów, skonfigurować taki układ i zastosować do kwantowej manipulacji stanami fotonów

Kompetencje społeczne:

1. student potrafi aktywnie angażować się w rozwiązywanie postawionych problemów, samodzielnie rozwijać i poszerzać swoje kompetencje
2. student potrafi współpracować w ramach zespołu, wywiązywać się z obowiązków powierzonych w ramach podziału pracy w zespole, wykazać odpowiedzialność za pracę własną i współodpowiedzialność za efekty pracy zespołu

Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

test pisemny, kolokwium

3.0: 50.1%-60.0%

3.5: 60.1%-70.0%

4.0: 70.1%-80.0%

4.5: 80.1%-90.0%

5.0: od 90.1%

bieżąca ocena przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych, sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych

3.0: student potrafi zrealizować ćwiczenie zgodnie ze szczegółowymi zaleceniami

4.0: student potrafi samodzielnie skonfigurować układ pomiarowy wg gotowego schematu i zrealizować ćwiczenie zgodnie z zaleceniami

5.0: student potrafi samodzielnie zaprojektować i skonfigurować układ pomiarowy, zrealizować ćwiczenie zgodnie z zaleceniami, dokonać ilościowej analizy wyników

ocena aktywności na ćwiczeniach rachunkowych

3.0: student wykazuje umiarkowane zaangażowanie

4.0: student wykazuje zaangażowanie i samodzielność

5.0: student wykazuje zaangażowanie i samodzielność, poszukuje rozwiązań niestandardowych

ocena realizacji ćwiczenia laboratoryjnego

Treści programowe

Wykład i ćwiczenia rachunkowe:

elementy mechaniki kwantowej w ujęciu macierzowym, stany kwantowe qubitów (ewolucja, manipulacja, korelacje kwantowe, w tym splątanie), elementy kwantowego software'u i hardware'u, elementarne wprowadzenie do komunikacji kwantowej

Laboratorium:

podstawowe zagadnienia związane z kwantowym przetwarzaniem informacji - aspekty praktyczne

Tematyka zajęć

Wykład i ćwiczenia rachunkowe:

1. Elementy mechaniki kwantowej

- stany kwantowe w przestrzeni Hilberta

- baza ortonormalna

- superpozycja stanów

- podstawowe własności operatorów

- pomiar kwantowy

2. Pojęcia wstępne

- qubity: stany kwantowe, ewolucja stanu kwantowego, manipulacja stanami kwantowymi
 - korelacje kwantowe, splątanie
 - dekoherencja
3. Software kwantowy
- bramki kwantowe
 - wybrane podstawowe algorytmy kwantowe (Deutsch, Grovera, Shora)
 - kody kwantowej korekcji błędów (elementarne wprowadzenie)
4. Hardware kwantowy
- podstawy implementacji komputera kwantowego
 - wybrane implementacje
5. Komunikacja kwantowa
- teleportacja kwantowa (elementarne wprowadzenie)
 - kryptografia kwantowa (elementarne wprowadzenie)

Laboratorium:

1. Demonstracja interferencji kwantowej w interferometrze Macha-Zehndera, gumka kwantowa
2. Pomiar nieniszczący - kwantowy efekt Zenona
3. Pomiary rzutowe stanów polaryzacyjnych światła (σ_1 , σ_2 , σ_3)
4. Kwantowa tomografia stanów polaryzacyjnych światła
5. Synteza stanów polaryzacyjnych światła
6. Przeprowadzanie testów kwantowego generatora liczb losowych
7. Detektory fotonów: cechowanie fotodetektora w trybie fotowoltaicznym
8. Magnetyczny rezonans wykrywany optycznie (ODMR)

Metody dydaktyczne

1. Wykład: prezentacja ilustrowana animacjami i przykładami, rozwiązywanie prostych problemów
2. Ćwiczenia: rozwiązywanie zadań, dyskusja
3. Laboratorium: realizacja ćwiczeń, opracowywanie wyników, dyskusja

Literatura

Podstawowa:

1. J. Stolze, D. Suter, "Quantum Computing. A Short Course from Theory to Experiment", Wiley-VCH, 2004
2. M. Le Bellac, "Wstęp do informatyki kwantowej", Wydawnictwo Naukowe PWN, 2011
3. <http://zon8.physd.amu.edu.pl/~tanas/QC.html>, R. Tanaś, cykl wykładów popularno-naukowych z informatyki kwantowej
4. "Laboratorium Podstaw Inżynierii Kwantowej", materiały niepublikowane

Uzupełniająca:

1. M. Hirvensalo, "Algorytmy kwantowe", WSiP, 2004
2. C.C. Gerry, P.L. Knight, "Wstęp do optyki kwantowej", Wydawnictwo Naukowe PWN, 2007

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	150	6,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	75	3,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	75	3,00