Nazwa przedmiotu						
Algorytmy kwantowe Quantum algorithms						
Dyscyplina					Oznaczenie przedmiotu	
Informatyka					5O_INS2 _AK	
Rodzaj przedmiotu	Stopień studiów	Tryb studiów	Język zajęć		Rok	Semestr
Do wyboru	2	niestacjonarne	polski		II	IV
Rodzaj zajęć	Wyk.	Ćw.	Lab.	Proj.	Sem.	Liczba punktów ECTS
Liczba godzin w semestrze	18	0	9	0	0	6
Koordynator	Prof., dr hab. inż. Andriy Kityk, kityk@el.pcz.czest.pl					
Prowadzący	Prof., dr hab. inż. Andriy Kityk, kityk@el.pcz.czest.pl Dr Marek Matusiewicz, mm@el.pcz.czest.pl Dr inż. Łukasz Piątek, l_piatek@el.pcz.czest.pl					

II. KARTA PRZEDMIOTU

Cel przedmiotu

C1. Zapoznanie studentów z informatyką kwantową.
C2. Zapoznanie studentów z podstawami mechaniki kwantowej oraz analizą złożonych układów kwantowo-mechanicznych
C3. Poznanie przez studentów wybranych algorytmów kwantowych oraz podstaw kryptografii kwantowej.

Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1. Wiedza z zakresu podstaw programowania w języku C (C++)
2. Wiedza z zakresu fizyki obejmująca elementy elektryczności i optyki
3. Znajomość języka angielskiego w stopniu wystarczającym do czytania dokumentacji i literatury naukowo-technicznej.

Efekty kształcenia

EK1. Student potrafi określić cele, zakres, podstawy fizyczne oraz podstawowe pojęcia dotyczące informatyki kwantowej

EK2. Student posiada wiedzę w zakresie wybranych algorytmów kwantowych, posiada wiedze w zakresie kryptografii kwantowej

Treści programowe: wykłady	Liczba godzin
Test wstępny	1
W1 – Wstęp do Informatyki kwantowej. Historia informatyki kwantowej. Podstawy fizyczne informatyki kwantowej. Projekt komputera kwantowego. Komputer klasyczny a komputer kwantowy. Kwantowe obliczenia.	4
W2 – Światło (dualizm korpuskularno-falowy). Stan kwantowy. Polaryzacja fotonów. Eksperymenty polaryzacyjno-optyczne. Pojedynczy foton jako kubit w informatyce kwantowej.	2
W3 – Pomiar kwantowy. Transformacja stanów kwantowych. Układy klasyczne i kwantowe. Relacje nieoznaczoności Heisenberga. Iloczyn tensorowy. Przestrzeń Hillberta. Notacja Diraka. Zasada superpozycji stanów.	2
W4 – Przekształcenia podstawowe układu kubitów. I-, X-, Y- oraz Z-transformacja na pojedynczym kubicie. HW-transformacja. Pasywne bramki kwantowe. Bramka kwantowa C-NOT oraz bramka Toffoli. Praktyczna realizacja bramek kwantowych w optyce.	2
W5 – Złożone układy kwantowo-mechaniczne. Stany splątane. EPR paradoks. Generowanie splątanych fotonów (nieliniowo-optyczna konwersja światła z poniżeniem częstotliwości). Metody kwantowe przekazania informacji. Teleportacja kwantowa. Kodowanie gęstości. Aspekty realizacji praktycznej.	2
W6 – Kryptografia klasyczna i kwantowa. Układ Alice-Bob. Kanały klasyczne i kwantowe. Praktyczna realizacja kryptografa kwantowego. Dystrybucja klucza publicznego, protokóły BB84 i B92. Kryptografia z wykorzystaniem splątanych fotonów. Protokół E91	2
W7 – Algorytmy Kwantowe. Przeszukiwanie baz danych (Algorytm Grovera). Kwantowa transformacja Fouriera, algorytm faktoryzacji Shora. Algorytm Simona. Kwantowe kody korekcji błędów.	2
Test zaliczeniowy	1
SUMA	**18**

Treści programowe: laboratorium (ćwiczenia komputerowe)	Liczba godzin
L1 - Bramki kwantowe (symulacje komputerowe).	2

L2 - Teleportacji stanów kwantowych (symulacje komputerowe).	2
L3 - Protokoły kryptografii kwantowej (BB84, B92)	2
L4 - Kwantowa transformata Fouriera (symulacje komputerowe).	2
L5 Algorytm Grovera (symulacje komputerowe).	1
SUMA	**9**

Narzędzia dydaktyczne

1. Prezentacja multimedialna (wykład)
2. Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych w postaci plików .pdf
3. Sala komputerowa z zainstalowanymi systemami operacyjnymi Windows, środowiskiem programowania C++ (Microsoft Visual Studio, SO Windows).

Sposoby oceny efektów kształcenia (F – ocena Formująca, P – ocena Podsumowująca)

F1. Test z zakresu wymagań wstępnych dotyczących wiedzy z Fizyki oraz Podstaw Programowania. Test nie ma wpływu na ocenę końcową z przedmiotu.

P1. Wykład:
100% punktów oceny końcowej z wykładu przyznawane na podstawie rezultatów komputerowego testu egzaminacyjnego

P2. Laboratorium:
50% punktów oceny końcowej z laboratorium przyznawane za realizacje zadań podstawowych i dodatkowych w trakcie zajęć laboratoryjnych

P3. Laboratorium :
50% punktów oceny końcowej z laboratorium przyznawane na podstawie rezultatów komputerowego testu zaliczeniowego

Obciążenie pracą studenta

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z prowadzącym	27
Zapoznanie się ze wskazaną literaturą	43
Zapoznanie się z kompilatorami języka C++ systemu Windows	20
Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych	40
Przygotowanie do kolokwium z laboratorium	20
Sumaryczna liczba godzin/punktów ECTS dla przedmiotu	**150 / 6 ECTS**

Wykaz literatury podstawowej i uzupełniającej

1. G.Alber et al. Quantum Information, Springer, New York, 2001.
2. M. Hirvensalo, Algorytmy Kwantowe, WSiP, Warszawa, 2004.
3. A.O. Pittenger, An Introduction to Quantum Computing Algorithms, Birkhauser, 2003
4. Lectures on quantum information, Eds. D. Brus, G. Leuchs, Wiley-Vch, 2007
5. E.Rieffel, W.Polak „An introduction to Quantum Computing for Non-physicist", arXiv: ph/9809016 v2 19 Jan 2000.
6. M.A. Nielsen, M.A. Chuang, Quantum Information and Computation, Cambridge University Press 2000

Macierz realizacji efektów kształcenia

Efekt kształcenia	Odniesienie efektu do efektów kształcenia dla dyscypliny naukowej Informatyka*	Cele przedmiotu	Forma zajęć	Narzędzia dydaktyczne	Sposób oceny
EK1	KINF2_W09	C1	W	1	F1,P1
EK2	KINF2_W09	C2,C3	Lab	2,3	P2,P3

* – wg załącznika

II. FORMY OCENY – SZCZEGÓŁY

Ocena	Efekty
EK1	**Student potrafi określić cele, zakres, podstawy fizyczne oraz podstawowe pojęcia dotyczące informatyki kwantowej**
2,0	Student nie potrafi określić celów, zakresu, podstaw fizycznych oraz podstawowych pojęć dotyczących informatyki kwantowej
3,0	Student potrafi określić zakres i cele informatyki kwantowej
3,5	Student potrafi przeprowadzić charakteryzację porównawczą komputera kwantowego i komputera klasycznego
4,0	Student potrafi określić podstawy fizyczne informatyki kwantowej w oparciu o wiedzę w zakresie optyki kwantowej, potrafi zdefiniować I-, X-, Y-, Z- oraz HW-transformację
4,5	Student potrafi zdefiniować kubit jako jednostkę informatyki kwantowej oraz przeprowadzić charakteryzację porównawczą z bitom klasycznym
5,0	Student potrafi określić metody fizyczne transformacji kubita w układach optoelektronicznych
EK2	**Student posiada wiedzę w zakresie wybranych algorytmów kwantowych, posiada wiedze w zakresie kryptografii kwantowej**
2,0	Student nie posiada wiedzy w zakresie wybranych algorytmów kwantowych, nie posiada wiedzę w zakresie kryptografii

	kwantowej
3,0	Student potrafi określić algorytm kwantowy służący dla przeszukiwanie baz danych (algorytm Grovera), potrafi określić zakres i cele kryptografii kwantowej
3,5	Student potrafi określić algorytm kwantowej transformacji Fouriera, potrafi wymienić podstawowe metody kryptografii kwantowej
4,0	Student potrafi określić algorytm kwantowej faktoryzacji Shora, potrafi określić bramki kwantowe C-NOT i Toffoli, ma pojęcie o splątanych stanach kwantowych i ich stosowaniu do teleportacji kwantowej
4,5	Student potrafi określić algorytm Simona, potrafi określić podstawowe metody kryptografii kwantowej opartymi na protokołach kwantowych BB84, B92 oraz E91.
5,0	Student potrafi określić kwantowe kody korekcji błędów, potrafi opisać metodę teleportacji kwantowej oraz ich implementacje

III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

1. Wszelkie informacje dla studentów na temat planu zajęć dostępne są na tablicy ogłoszeń oraz na stronie el.pcz.pl.
2. Prowadzący udostępnia na pierwszych zajęciach treści wykładów.
3. Informacje na temat warunków zaliczania zajęć przekazywana jest studentom podczas pierwszych zajęć.