

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2020/2021

Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Informatyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Teleinformatyka

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Metody obliczeń komputerowo-kwantowych
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Computer-quantum calculation methods
KOD PRZEDMIOTU	WiIT I oIIN D8 20/21
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	2.00
SEMESTRY	3

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	SEMINARIUM	PROJEKT
3	18	0	9	0	0	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z zagadnieniem obliczeń kwantowych oraz z algorytmami do tych obliczeń.

**Cel 2** Porównanie złożoności czasowej algorytmów klasycznych i kwantowych dla niektórych problemów.

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Podstawy algebry liniowej, teoria macierzy, liczby pierwsze, faktoryzacja liczb, transformacja Fouriera, podstawy teorii prawdopodobieństwa

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna i rozumie podstawy obliczeń kwantowych oraz konkretne algorytmy obliczeń kwantowych.

**EK2 Kompetencje społeczne** Student rozumie znaczenie cywilizacyjne matematyki stojącej u podstaw obliczeń kwantowych.

**EK3 Umiejętności** Student potrafi szacować złożoność niektórych algorytmów kwantowych.

**EK4 Kompetencje społeczne** Student potrafi pracować w zespole.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	1.Wstęp: Podstawy Matematyki Kwantowo-Obliczeniowej 1.Krótką historią obliczeń kwantowych i klasyczne tło obliczeń komputerowych 2. Informacje kwantowe, kubity kwantowe. 3. Układy boolowskie 4. Łańcuchy odwracalne i łańcuchy kwantowe	2
<b>W2</b>	2.Algorytmy Opisywania Obliczeń Kwantowych 5. Szybka faktoryzacja 6. Stany kwantowe. Kodowanie podstawowe informacji. Definicja qubitu. 7. Transformacja qubitu, jego ewolucja, wyniki pomiarów, łączenie qubitów w układ kwantowy.	5
<b>W3</b>	3.Splątanie, Bramki oraz Kodowanie. 8. Kwantowa transformata Fouriera 9.Transformacja Hadamarda-Walsha 10. Kwantowa transformacja Fouriera w Zn 11. Algorytm Shora dla liczb faktoringowych 12. Od okresów do faktoringu. 13. Znajdowanie ukrytej podgrupy 14. Uogólniony algorytm Simona 15. Logarytm dyskretny i oryginalny problem Simona	5
<b>W4</b>	4. Kwantowo-Komputerowy Problem Wyszukiwania 16. Algorytm wyszukiwania Grovera 17. Problem wyszukiwania 18. Problem satysfakcji 19. Wyszukiwanie probabilistyczne 20. Kwantowe wyszukiwanie jedno zadaniowe 21. Metoda wzmacniania Grovera 22. Operatory kwantowe dla algorytmu wyszukiwania Grovera 23. Wykorzystanie metody wyszukiwania Grovera 24. Wyszukiwanie z nieznaną liczbą rozwiązań 25. Kwantowy algorytm wyszukiwania Grover'a 26. Realizacja algorytmu wyszukiwania Grover'a 27. Wyszukiwanie z niewiadomą ilością wyników 28. Złożoność dla łańcuchów kwantowych 29. Uwagi, Komentarze, Perspektywy	6

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	1.Krótki przegląd potrzebnych pojęć Algebry liniowej. 2.Postulat pierwszy obliczeń kwantowych: Definicja bitu kwantowego lub kubitu. Przykłady kubitów, ich własności: norma, rozkład na elementy bazowe. 3.Postulat drugi obliczeń kwantowych: Jak kubit ( $y$ ) ewoluują w przestrzeni Euklidesowej-Hilberta, przykłady operatorów unitarnych. Odwzorowanie fazowe, przykłady.	3
L2	4.Postulat trzeci obliczeń kwantowych: Efekty pomiarów kwantowych: oczekiwanie matematyczne. 5.Postulat czwarty obliczeń kwantowych: Analiza sposobów łączenia kubitów w systemy kubitów, wielokubitowe stany. 6.Przykłady splątania stanów kwantowych. 7.Przykłady teleportacji stanów.	3
L3	8.Konstruowanie bramek algorytmów obliczeniowych. Rotacja bramek, superpozycja bramek. 9.Algorytm Deutscha, przykłady. Analiza algorytmu Deutscha z punktu widzenia algorytmów klasycznych 10.Konstruowanie operatorów odbicia w przestrzeni Euklidesowej. Operatory rzutowania, zastosowanie do dyskretnej transformacji Fouriera.	3

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia laboratoryjne

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	27
Konsultacje przedmiotowe	10
Egzaminy i zaliczenia w sesji	0
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	23
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>60</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	2.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 kolokwium i aktywność na ćwiczeniach

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 projekt

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 pozytywne oceny z kolokwiów i projektu

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	nie zna podstawowych pojęć
NA OCENĘ 3.0	zna słabo podstawowe pojęcia i potrafi rozwiązać przykłady
NA OCENĘ 3.5	zna dość dobrze podstawowe pojęcia i potrafi rozwiązać przykłady
NA OCENĘ 4.0	zna dobrze podstawowe pojęcia i potrafi rozwiązać przykłady
NA OCENĘ 4.5	zna dobrze podstawowe pojęcia i dobrze potrafi rozwiązać przykłady
NA OCENĘ 5.0	zna bardzo dobrze podstawowe pojęcia i potrafi rozwiązać przykłady
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	nie potrafi objaśnić znaczenie cywilizacyjne obliczeń kwantowych
NA OCENĘ 3.0	dostatecznie potrafi objaśnić znaczenie cywilizacyjne obliczeń kwantowych
NA OCENĘ 3.5	dość dobrze potrafi objaśnić znaczenie cywilizacyjne obliczeń kwantowych
NA OCENĘ 4.0	dobrze potrafi objaśnić znaczenie cywilizacyjne obliczeń kwantowych
NA OCENĘ 4.5	dobrze potrafi objaśnić znaczenie cywilizacyjne obliczeń kwantowych i ich zastosowania
NA OCENĘ 5.0	bardzo dobrze potrafi objaśnić znaczenie cywilizacyjne obliczeń kwantowych i ich zastosowania
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	nie potrafi szacować złożoności algorytmów
NA OCENĘ 3.0	dostatecznie potrafi szacować złożoności algorytmów
NA OCENĘ 3.5	dość dobrze nie potrafi szacować złożoności algorytmów
NA OCENĘ 4.0	dobrze nie potrafi szacować złożoności algorytmów

NA OCENĘ 4.5	ponad dobrze nie potrafi szacować złożoności algorytmów
NA OCENĘ 5.0	bardzo dobrze nie potrafi szacować złożoności algorytmów
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	nie potrafi pracować w zespole
NA OCENĘ 3.0	dostatecznie potrafi pracować w zespole
NA OCENĘ 3.5	dość dobrze potrafi pracować w zespole
NA OCENĘ 4.0	dobrze potrafi pracować w zespole
NA OCENĘ 4.5	ponad dobrze potrafi pracować w zespole
NA OCENĘ 5.0	bardzo dobrze potrafi pracować w zespole

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	I2_W04 I2_W05	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W4	N1	F1 P1
EK2	I2_W01 I2_W02	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W4	N1	F1 P1
EK3	I2_W01 I2_W02 I2_U08	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W4	N1	F1 P1
EK4	I2_K02	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W4	N1	F1 P1

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1 ] A. Kitayev, — *Quantum Computing*, USA, 2012, AMS

[2 ] 11) D.P. Di Vincenzo. — *Quantum computation*, Miejscowość, 1995, Science

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr Adam Marszałek (kontakt: [amarszalek@pk.edu.pl](mailto:amarszalek@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 prof. dr hab. Anatolij Prykarpatski (kontakt: [anatolij.prykarpatski@pk.edu.pl](mailto:anatolij.prykarpatski@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....