

**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCIProjekt współfinansowany przez  
Unię Europejską w ramach  
Europejskiego Funduszu  
Społecznego**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY

<b>Nazwa przedmiotu</b>		<b>Kod ECTS</b>	
Podstawy Informatyki Kwantowej		11.3.1310	
<b>Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot</b>			
Instytut Informatyki			
<b>Studia</b>			
<b>wydział</b>	<b>kierunek</b>	<b>poziom</b>	<b>drugiego stopnia</b>
Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki	Informatyka	<b>forma</b>	stacjonarne
		<b>moduł</b>	wszystkie
		<b>specjalnościowy</b>	wszystkie
		<b>specjalizacja</b>	wszystkie
<b>Nazwisko osoby prowadzącej (osób prowadzących)</b>			
dr hab. Karol Horodecki			
<b>Formy zajęć, sposób ich realizacji i przypisana im liczba godzin</b>		<b>Liczba punktów ECTS</b>	
<b>Formy zajęć</b>		7 Przedmiot fakultatywny w wymiarze 30h wykładu i 30h ćwiczeń/lab. + praca własna studenta.	
Wykład, Ćw. laboratoryjne			
<b>Sposób realizacji zajęć</b>			
zajęcia w sali dydaktycznej			
<b>Liczba godzin</b>			
Wykład: 30 godz., Ćw. laboratoryjne: 30 godz.			
<b>Termin realizacji przedmiotu</b>			
2020/2021 letni			
<b>Status przedmiotu</b>		<b>Język wykładowy</b>	
fakultatywny (do wyboru)		polski	
<b>Metody dydaktyczne</b>		<b>Forma i sposób zaliczenia oraz podstawowe kryteria oceny lub wymagania egzaminacyjne</b>	
- Projektowanie doświadczeń - Rozwiązywanie zadań		<b>Sposób zaliczenia</b>	
		- Zaliczenie na ocenę - Egzamin	
		<b>Formy zaliczenia</b>	
		- egzamin pisemny (dłuższa wypowiedź pisemna / rozwiązanie problemu) - kolokwium	
		<b>Podstawowe kryteria oceny</b>	
		Aktywność na laboratoriach, wyniki dwóch kolokwiów z umiejętności praktycznych przetwarzania kwantowej informacji, egzamin pisemny z teorii przedmiotu	
<b>Sposób weryfikacji założonych efektów kształcenia</b>			

zakładany efekt kształcenia	egzamin	kolokwium	projekt	sprawdzian	referat	raport	aktywność w dyskusji	obserwacja postawy
<b>Wiedza</b>								
K_W01	X	X						
P_W1	X	X						
P_W2	X	X						
P_W3	X	X						
<b>Umiejętności</b>								
K_U01								X
P_U1								X
P_U2								X
P_U3								X
<b>Kompetencje</b>								
P_K1								X

**Określenie przedmiotów wprowadzających wraz z wymogami wstępnymi****A. Wymagania formalne****B. Wymagania wstępne**

Podstawy algebry liniowej, podstawowa wiedza na temat teorii złożoności obliczeniowej i bramek logicznych oraz umiejętność programowania w językach imperatywnych

**Cele kształcenia**

Zaprezentowanie nowoczesnych celów, możliwości i ograniczeń oraz metod przetwarzania informacji zapisanej na kwantowych nośnikach danych.

**Treści programowe**

W zakresie przedmiotu jest przewidziane przedstawienie podstawowych osiągnięć kwantowej informatyki – nowoczesnej dziedziny zglębającej możliwości przetwarzania informacji zapisanej na kwantowych nośnikach. Omówione będą szczegółowo podstawowe efekty kwantowej komunikacji takie jak kwantowa teleportacja, kwantowe gęste kodowanie, kwantowa kryptografia, w tym protokoły E91, BB84 i ich warianty, zakaz kwantowego klonowania. W zakresie kwantowego obliczania zostaną omówione algorytm Deutscha-Jozsy, algorytm Grovera i algorytm Shora, który stanowi podstawę do złamania szyfrowania RSA. Omówione zostaną także obszernie zjawisko splątania (w tym różne klasy mieszanych stanów splątanych, takich jak stany bezpieczne oraz miary splątania), nielokalnych korelacji (nierówności Bella i wykorzystanie ich do tzw. „device independent security”). Przewidziane jest wprowadzenie potrzebnego formalizmu, w tym notacji Diraca, oraz przestrzeni Hilberta. Tematyka obejmuje także elementy teorii informacji Shannona, w tym pojęcie entropii Shannona oraz pojęcie wzajemnej informacji.

**Wykaz literatury**

- „Quantum computation and Quantum information” M. A. Nielsen and I. L. Chuang Cambridge University Press, Cambridge (2000)
- „Information Theory” T. M. Cover and Joy A. T. Wiley (1991)
- „Quantum entanglement” R. Horodecki, M. Horodecki, P. Horodecki, K. Horodecki Rev. Mod. Phys. (2009)
- „Introduction to Quantum Computation and Information” Hoi-Kwong Lo, Sandu Popescu Tim Spiller, World Scientific (1998)
- publikacje dotyczące tematyki wykładu zawarte w bazie [www.arxiv.org/quant-ph](http://www.arxiv.org/quant-ph)

**Kierunkowe efekty kształcenia**

K\_W01: ma pogłębioną wiedzę z działów matematyki niezbędnych do studiowania informatyki; dobrze rozumie rolę i znaczenie konstrukcji rozumowań matematycznych

**Wiedza**

Wiedza, którą wprowadza przedmiot obejmuje fundamentalne koncepcje, możliwości i cele przetwarzania informacji z wykorzystaniem praw mechaniki kwantowej

P\_W1: ma ogólną wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju i nowoczesnych wariantach omawianych kierunków wiedzy, w szczególności kryptografii zależnej i niezależnej od urządzenia

P\_W2: ma wiedzę, która obejmuje podstawowe koncepcje, możliwości i cele przetwarzania informacji z wykorzystaniem praw mechaniki kwantowej

P\_W3: zna wybrane protokoły kryptograficzne kryptografii zależnej i niezależnej od urządzenia oraz wybrane algorytmy w zakresie obliczeń kwantowych

**Umiejętności**

Student:

- potrafi zorientować się w dziedzinie i umiejscowić nowe osiągnięcia na tle już dokonanych odkryć.
- wykorzystuje poznaną wiedzę aby sformułować własne pomysły dotyczące przetwarzania danych zapisanych na kwantowych nośnikach.
- potrafi zastosować właściwy algorytm kwantowy w zależności od celu

przetworzenia danych zapisanych na kwantowych nośnikach.

PU\_1: potrafi zastosować znane algorytmy kwantowe w konkretnych sytuacjach wymagających przetwarzania informacji zapisanej na kwantowych nośnikach, potrafi efektywnie dobrać rodzaj i sposób wykonania algorytmu w zależności od postawionego problemu

PU\_2: potrafi zastosować wiedzę matematyczną do formułowania, analizowania i rozwiązywania problemów dotyczących przetwarzania informacji w szybki lub bezpieczny

sposób, związanych z informatyką kwantową

PU\_3: umie znajdować niezbędne informacje w literaturze fachowej, bazach danych m.in. pod adresem [www.arxiv.org](http://www.arxiv.org) i innych źródłach, zna podstawowe czasopisma i konferencje naukowe w swojej specjalności oraz umiejscowić nowe osiągnięcia na tle już dokonanych odkryć

#### **Kompetencje społeczne (postawy)**

Student jest bardziej otwarty na niestandardowe podejście do wykorzystania znanych obszarów wiedzy

P\_K1 potrafi myśleć i działać w sposób etyczny i przedsiębiorczy, dzięki temu, że staje się bardziej otwarty na oparte o etykę niestandardowe podejście do wykorzystania znanych już obszarów wiedzy

#### **Kontakt**

[khorodec@inf.ug.edu.pl](mailto:khorodec@inf.ug.edu.pl)