

Karta przedmiotu oferowanego w Szkole Doktorskiej nr 3
– semestr letni 2020/2021

1. TYTUŁ
[PL] Informacyjne technologie kwantowe [ENG] Information quantum technologies
2. JĘZYK WYKŁADOWY PRZEDMIOTU ORAZ PUNKTY ECTS:
angielski, 2 ECTS
3. WYMIAR GODZIN, FORMA PROWADZONYCH ZAJĘĆ:
30, Wykład (WYK), 0
4. DANE WYKŁADOWCY
Ryszard Romaniuk
5. DYSCYPLINA NAUKOWA
Informatyka techniczna i telekomunikacja
6. JEDNOSTKA PROWADZĄCA
Szkoła doktorska nr 3
7. JEDNOSTKA REALIZUJĄCA
103000 - Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
8. TYP PRZEDMIOTU:
Obieralny
9. SPOSÓB WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ:
Egzamin

10. OPIS SKRÓCONY PRZEDMIOTU:

Informacyjne technologie kwantowe (ITK) nie są wykładane w postaci zwartej jako całość tworząca nowy obszar nauk inżynierijno-technicznych, obejmujących w szczególności dyscypliny naukowe AEE oraz ITT. Obszar ten jest interdyscyplinarny i obejmuje następującą wiedzę z przymiotnikiem kwantowa: zasadę działania, technologię elementów i urządzeń funkcjonalnych, fotonikę, informatykę, architekturę komputerów, atomowe zegary, czujniki i urządzenia pomiarowe, złożone systemy kwantowe, metody programowania, itp. Przy obecnym szybkim rozwoju obszaru IKT, przedmiot na ten temat wydaje się wręcz obowiązkowy.

Zawartość wykładu: obszar informacyjnych technologii kwantowych, informatyczna teoria kubitów, komputing kwantowy, kryptografia kwantowa, fizyczna realizacja kubitów, kubity magnetyczne i optyczne, kubity stacjonarne i ruchome, teoria komputera kwantowego, inżynieria komputera kwantowego, kwantowy komputer fotoniczny, kwantowe środowiska chmurowe, czujniki kwantowe, obrazowanie kwantowe, zegary atomowe, telekomunikacja kwantowa, środowisko projektowe ARTIQ-SINARA,

11. OPIS PRZEDMIOTU:

Informacja kwantowa, której jednostką elementarną jest kubit, jest zawarta w skwantowanym, dyskretnym stanie układu kwantowego. Od informacji klasycznej odróżnia ją charakter probabilistyczny oraz możliwość zakodowania w nielokalnych związkach pomiędzy układami kwantowymi. Kwantowe związki nielocalne, będące powszechną właściwością wszechświata, nazywamy stanami splątanymi. Układ kwantowy jest obiektem podlegającym mechanice kwantowej i jest ograniczony rozmiarowo do skali atomowej. Kubit jest dowolną superpozycją dwóch stanów kwantowych oznaczanych jako $|0\rangle$ i $|1\rangle$. Odczytując wartość kubitów uzyskuje się z pewnym prawdopodobieństwem wartość 0 lub 1. Nie można przewidzieć która wartość zostanie odczytana. Stan układu kwantowego jest nietrwały, ograniczony przez czas dekoherencji. Czas ten, zdeterminowany szumem i właściwościami układu odczytu, ogranicza skalowalność technologii kwantowych. Kubitami są np. elektron i jego dwuwartościowy spin, foton i jego dwuwartościowy stan polaryzacji, jon z odpowiednio wybranymi dwoma poziomami energetycznymi, ale też molekuły posiadające spin, oscylatory kwantowe czy kwazicząstki. Rejestr kwantowy jest uporządkowanym układem kubitów. Z kubitów i ich układów buduje się logiczne bramki kwantowe. Z kubitów, bramek kwantowych i układów kontrolno-sterujących buduje się systemy kwantowe: komputery, zegary, czujniki, systemy pomiarowe, urządzenia, gravimetry, akcelerometry, i wiele innych. Do kontroli kubitów potrzeba jest zaawansowana fotonika, ultrastabilne przestrajalne lasery jednoczęstotliwościowe oraz zaawansowana, najlepiej standaryzowana elektronika.

Zawartość wykładu: obszar informacyjnych technologii kwantowych, informatyczna teoria kubitów, komputing kwantowy, kryptografia kwantowa, fizyczna realizacja kubitów, kubity magnetyczne i optyczne, kubity stacjonarne i ruchome, teoria komputera kwantowego, inżynieria komputera kwantowego, kwantowy komputer fotoniczny, kwantowe środowiska chmurowe, czujniki kwantowe, obrazowanie kwantowe, zegary atomowe, telekomunikacja kwantowa, środowisko projektowe ARTIQ-SINARA,

12. LITERATURA

T. Fortier and E. Baumann (2019). 20 years of developments in optical frequency comb technology and applications. Commun Phys, Vol. 2, Issue 153, pp. 1-15.

J. Tom, et al (Dec. 2020), Exploring the role of high-purity laser light in quantum technology, Photonics Spectra.

T. Ladd et al. (2010). Quantum computers. Nature, Vol. 464, Issue 45, pp. 45-53.

X. S.L.Bayliss et al. (2020), Optically addressable molecular spins for quantum information processing, arXiv 2004.07998.

X. G.Wolfowicz, et al (2020), Vanadium spin qubits as telecom quantum emitters in silicon carbide, arXiv 1908.09817.

Z.Ma, et al. (Dec.2020), Ultrabright quantum photon sources on chip, PRL 125, 263602.

H-S.Zhong, et al. (2020), Quantum computational advantage using photons, Science 370(6523), 1460-1463,

D.P.DiVincenzo (2000), The physical implementation of quantum computation, arxiv:quant-ph/02077.

G.B.Lemos, et al. (Jan.2014), Quantum imaging using undetected photons, Nature.

<http://scienceinpoland.pap.pl/en/news/news%2C33740%2Ctwo-polish-scientists-eu-quantumtechnologies-advisory-board.html>

<https://github.com/sinara-hw/meta/wiki/Team>

<https://sinara-hw.github.io/>

<https://m-labs.hk/experiment-control/artiq/>

<https://github.com/sinara-hw/meta/wiki/Status>

C.J.Ballance, et al (2016), High-fidelity quantum logic gates using trapped-ion hyperfine qubits, PRL 117, 060504.

Podana literatura ma charakter przykładowy.

13. EFEKTY UCZENIA SIĘ:

Systematyczne opanowanie przez słuchacza wykładu wiedzy na temat informatycznych technologii kwantowych. Zdobyć elementarnych umiejętności samodzielnego działania w kwantowym środowisku projektowym Artiq-Sinara.