Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
Факультет математики, фізики та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних систем та технологій

Силабус курсу

ВБ1. ДИСЦИПЛІНА З ЗАГАЛЬНОГО ПЕРЕЛІКУ УНІВЕРСИТЕТУ КВАНТОВІ ОБЧИСЛЕННЯ

Обсяг	**Загальна кількість: кредитів - 3; годин - 90**
Семестр, рік навчання	**3 семестр, 2 рік**
Дні, час, місце	**За розкладом**
Викладач (-і)	**Коренкова Ганна Валентинівна**
Контактний телефон	**+380679515783**
E-mail	**av.korenkova@gmail.com**
Робоче місце	**Кафедра комп'ютерних систем та технологій ОНУ імені І.І. Мечникова, вул. Дворянська, 2**
Консультації	**Viber, Zoom, Google Class**

КОМУНІКАЦІЯ

Комунікація зі студентами буде здійснюватися аудиторно, в месенджері Viber, Zoom, Google Classroom

АНОТАЦІЯ КУРСУ

Предмет вивчення курсу – структура та функціонування квантових комп'юторів.

Пререквізити курсу: Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін «Фізика», «Вища математика», «Дискретна математика», «Теорія алгоритмів», «Чисельні методи», «Комп'ютерна електротехніка та схемотехніка».

Метою отримання базових теоретичних знань в галузі квантової інформатики та розуміння закономірностей передачі, зберігання і перетворення інформації в мікро- і наносистемах, що підкоряються законам квантової механіки.

Завдання дисципліни “ Квантові обчислення ” є сформувати у студентів уявлення про:

- будову та принципи роботи квантового комп’ютера;
- про квантові алгоритми;
- сучасний стан квантової інформатики.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен

знати:

- фізичні основи і принципи функціонування квантових комп'ютерів і пристроїв безпечної передачі інформації по квантовим каналах;
- відмінності між класичними та квантовими розрахунками;
- основні моделі квантових комп’ютерів та підходи для їх реалізації

вміти:

- застосовувати базові науково-теоретичні знання для вирішення теоретичних і практичних завдань;
- пояснювати з математичної точки зору такі явища квантової механіки, як телепортація, заплутаність станів, квантова передача коду.

ОПИС КУРСУ

Форми і методи навчання

Курс буде викладений у формі лекцій (4 год.) та лабораторних занять (4 год.), організації самостійної роботи студентів (82 год.).

Основна підготовка студентів здійснюється на лекційних та практичних заняттях, але у значній мірі покладається на самостійне вивчення матеріалу студентами денної форми навчання протягом семестру.

Під час викладання дисципліни використовуються словесні та наочні методи навчання:

лекції , бесіда, пояснення; практичні методи навчання - виконання практичних робіт, робота з літературними джерелами.

Зміст навчальної дисципліни

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1.

ФІЗИЧНІ ОСНОВИ КВАНТОВОЇ ІНФОРМАТИКИ

Тема 1. *Експериментальні основи квантової механіки.* Хвильова функція. Частинки і хвилі в класичній фізиці. Статистичний зміст хвильової функції. Принцип суперпозиції. Співвідношення невизначеності.

Тема 2. *Атом водню. Квантовий гармонічний осцилятор.* Рівняння Шрьодінгера. Рівняння Шрьодінгера для атому водню. Квантовий гармонічний осцилятор.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2.

КВАНТОВІ РОЗРАХУНКИ

Тема 3. *Елементи квантової інформатики.* Класичні обчислювальні елементи і схеми (біти, регістри, логічні елементи). Квантові біти(кубіти). Однокубітні гейти (вентилі). Багатокубітні гейти. Переплутані стани.

Тема 4. *Квантові алгоритми та квантові комп'ютори*. Алгоритм Дойча. Пошук у невпорядкованій базі даних. Алгоритм Гровера. Алгоритм Шора. Елементи квантової криптографії. Проблеми квантових комп'ютерів. Порівняння квантового і звичайного комп'ютерів. Архітектура процесора.

Перелік рекомендованої літератури

Основна

1. Остапов С.Е., Добровольський Ю.Г. Квантова інформатика та квантові обчислення / С.Е.Остапов. Ю.Г. Добровольський - Чернівці: ЧНУ, 2021. - 99 с. https://archer.chnu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/2830/1/QuantumComputing.pdf
2. Крохмальський Т.Є. Вступ до квантових обчислень – Львів:ЛНУ, 2018. – 204с.
3. Бродин О. М. Теоретична фізика. Квантова механіка. - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 233 с. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48871/1/Teoretychna_fizyka_Kvantova_mekhanika.pdf
4. Карлаш Г.Ю. Квантові інформаційні системи. – Київ: факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2018. – 77 с.

Додаткова

5. Nakahara M. Ohmi t. Quantum computing: from linear Algebra to physical realization. Boca Raton London, New York. 2008. 416 p
6. Stig Stenholm, Kalle-Antti Suominen. Quantum approach to informatics, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2005, 238 p.
7. Peter Lambropoulos, David Petrosyan. Fundamentals of Quantum Optics and Quantum Information, Springer Berlin Heidelberg New York, 2007, p. 335
8. Janos A. Bergou, Mark Hillery. Introduction to the Theory of Quantum Information Processing, Springer Science + Business Media New York, 2013, p. 150
9. Xian Min-Jin et al. Experimental free-space quantum teleportation//Nature Photonics,2010. -V. 4. - PP. 376–381.

ОЦІНЮВАННЯ

Методи поточного контролю: виконання завдань лабораторних робіт, контрольні роботи.

Форми і методи підсумкового контролю: іспит

Поточний та періодичний контроль				Сума балів
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2		
Т1	Т2	Т3	Т4	100
0	5	15	10	
Контрольна робота за змістовим модулем 1 - 35		Контрольна робота за змістовим модулем 2 - 35		

ФОРМУВАЛЬНЕ ОЦІНЮВАННЯ

Види навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість завдань	Сумарна кількість балів
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ФІЗИЧНІ ОСНОВИ КВАНТОВОЇ ІНФОРМАТИКИ			
Поточне опитування на лекції	5	1	0-5
Контрольна робота за змістовим модулем			0-35
Усього за змістовим модулем 1			**0-40**
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. КВАНТОВІ РОЗРАХУНКИ			
Виконання і захист практичних робіт	10	2	0-20
Поточне опитування на лекції	5	1	0-5
Контрольна робота за змістовим модулем			0-35

Усього за змістовим модулем2			**0-60**
Підсумкова сума балів			**100**

Самостійна робота студентів.

Самостійна робота представлена у формі підготовки до лекцій та практичних занять. Підготовка до лекцій перевіряється з використанням тестових завдань та поточного опитування на лекції. Звіт з лабораторної роботи студенти здають у письмовій формі на протязі 7 днів у Google Class. Кожна практична робота оцінюється в 10 балів.

ПОЛІТИКА КУРСУ

Викладання дисципліни відбувається відповідно до Положення про організацію освітнього процесу в Одеському національному університеті імені І.І. Мечникова.

Політика щодо дедлайнів та перескладання: роботи мають здаватися вчасно. Деякі види робіт можуть здаватися із порушенням термінів з поважних причин. Перескладання модулів відбувається за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

Політика щодо академічної доброчесності: дотримання академічної доброчесності здобувачами освіти передбачає дії відповідно до Положення про запобігання та виявлення академічного плагіату у освітній та науково-дослідній роботі учасників освітнього процесу та науковців Одеського національного університету імені І.І. Мечникова.

Політика щодо відвідування: відвідування практичних занять є обов’язковим та без запізнень. За об’єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування, карантин тощо) навчання може відбуватись в онлайн формі (змішана форма навчання) на платформі із використанням інструментів Google WorkSpace та Classroom.

Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час онлайн тестування та підготовки практичних завдань у процесі заняття.

Поведінка в аудиторії повинна відповідати загальним вимогам ділової та наукової етики: неприпустимо під час відповідей на занятті користуватися мобільними телефонами, порушувати дисципліну розмовами або в будь-який інший спосіб.