

**Інформація про вибірккову навчальну
дисципліну циклу професійної підготовки**
для кафедрального каталогу вибіркових навчальних
дисциплін на 2026/2027 н. р.

Назва дисципліни	Вступ до квантових обчислень
Рівень вищої освіти	другий (магістерський)
Курс (рік) навчання	1
Семестр	осінній, весняний
Обсяг дисципліни у кредитах	4 кредити ЄКТС
Мова викладання	українська
Передумови для вивчення дисципліни	лінійна алгебра, математичний аналіз функції однієї та багатьох змінних, теорія чисел і елементи криптографії
Кафедра, яка забезпечує викладання дисципліни	алгебри та диференціальних рівнянь
Інформаційне забезпечення	робоча програма навчальної дисципліни, електронний конспект лекцій
Форма проведення занять	лекції, практичні заняття, самостійна робота
Форма семестрового контролю	Залік

Ключові результати навчання (знання, уміння та інші компетентності):

- Знання понять станів і векторів у квантовій механіці, понять унітарних операторів.
- Знання поняття кубіта, сфери Блоха.
- Знання поняття багато-кубітної системи.
- Знання основної моделі квантових обчислень.
- Знання основних вимог квантового процесора.
- Розуміння дії перетворення Фур'є на стандартний базис.
- Розуміння задачі Дойча-Йожи.
- Знання алгоритма Шора факторизації чисел та алгоритма пошуку Гровера.
- Знання поняття стабілізаторного формалізму.
- Вміння знаходити точки на сфері Блоха.
- Вміння вимірювати стани системи у базисі.
- Вміння будувати квантові схеми.
- Вміння зобразити оператор, що діє на кубітах, як мультиконтрольовану однокубітну операцію.
- Вміння показати, що матриця Фур'є є унітарною.

- Вміння перевіряти, що в алгоритмі оцінки деякої фази, застосування контрольованих операцій до стану не залежить від їх порядку.
- Вміння знаходити власні значення і власні вектори матриці густини одного спіну, використовувати матрицю густини.
- Вміння порахувати стан багато-кубітної системи в кінці схеми корекції помилки.
- Вміння визначати стабілізаторний стан на трьох кубітах, що відповідає заданій умові.
- Вміння зображувати елементи групи Паулі.

Короткий зміст дисципліни (що буде вивчатися, перелік тем):

Елементи квантової механіки

Стани і вектори. Спостережувані й оператори. Унітарні та проекційні оператори. Постулати квантової механіки. Кубіт. Унітарні перетворення кубіту. Сфера Блоха. Унітарні набори однокубітних гейтів.

Основна модель квантових обчислень. Багато-кубітні системи.

Багато-кубітна система. Заплутаність. Вимірювання. Унітарні перетворення. Перестановки базису. Перестановки кубітів. Діагональні унітарні матриці. Основна модель квантових обчислень. Змішані стани. Матриця густини.

Квантові обчислення. Обчислюваність. Складність

Квантові схеми. Обчислюваність. Складність алгоритмів. Алгебра Буля і класичні комп'ютери. Зворотні обчислення. Квантовий регістр. Основні вимоги до квантового процесора.

Квантові алгоритми

Квантові обчислення. Універсальний набір гейтів. Дворівневі унітарні операції. Розклад у добуток дворівневих унітарних матриць. Код Грея. Квантові алгоритми. Матриця перетворення Фур'є. Квантове перетворення Фур'є. Дія та розклад перетворення Фур'є на стандартний базис. Задача Дойча-Йожи. Алгоритм Шора факторизації чисел. Алгоритм пошуку Гровера.

Квантові шуми в процесорах.

Квантовий шум. Квантові перетворення кубіта. Корекція квантових похибок. Елементарні коди виправлення похибок.

Стабілізаторний формалізм.

U-стабільний вектор та підпростір. Стабілізаторна група. Група Паулі. Стабілізаторний код та стани. Кодування стабілізаторного підпростору. Група Кліфорда. Дія вимірювань. Множина похибок, що виправляються. Зображення елементів групи Паулі. Стандартна форма стабілізаторного коду. Поверхневі коди. Торичний код. Виправлення похибок.