

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теоретичні основи квантових обчислень

Статус дисципліни – вільного вибору здобувача вищої освіти.

Рівень вищої освіти другий (магістерський).

Викладач кафедри прикладної фізики та вищої математики: Теслик Максим Вікторович, PhD, доцент.

Необхідні передумови: базові знання з математики та фізики.

1. Анотація курсу:

Обсяг модуля: загальна кількість годин – 120; кількість кредитів ЄКТС – 4.

Мета курсу – оволодіння студентами базовим математичним апаратом, теоретичними положеннями та методами квантової механіки; поглиблене ознайомлення з фундаментальними проблемами квантової механіки; опанування базових понять квантової теорії інформації та теорії алгоритмів; засвоєння принципів роботи квантових комп'ютерів; ознайомлення з основними квантовими алгоритмами та не локальними протоколами.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є спеціальні розділи теорії лінійних операторів, квантової теорії інформації та квантової механіки, які є підґрунтям для роботи в таких напрямках, як квантові обчислення, квантові канали зв'язку та квантова криптографія.

Завдання (навчальні цілі): формування здатності застосовувати теоретичні знання з квантової механіки до розв'язку практичних завдань та під час наукових досліджень; поглиблене оволодіння математичним апаратом квантової механіки; формування системи знань та навичок, необхідних для роботи в області квантової теорії інформації та теорії квантових обчислень.

Результати навчання дисципліни:

знати: основні поняття лінійної алгебри; основоположні принципи та концепції квантової фізики та теорії алгоритмів; основні положення квантової теорії інформації та квантових обчислень;

вміти: проводити обчислення та операції над векторами скінченновимірною гільбертовою простору, обчислювати результат дії одно- та багатокубітових логічних вентилів на квантовому регістрі; теоретично визначати результат квантового вимірювання для заданого стану квантової системи; аналізувати основні квантові алгоритми та нелокальні квантові протоколи;

володіти навичками: обчислення результату виконання вентилів з повного набору логічних операцій на квантовому регістрі; роботи у формалізмі матриці густини; проводити базовий аналіз складності квантових та класичних алгоритмів та необхідних ресурсів для їх виконання;

здатен продемонструвати: володіння базовими методами математичного апарату лінійної алгебри та квантової фізики; розуміння принципових відмінностей між класичними та квантовими алгоритмами; вміння аналізувати квантові логічні схеми та передбачити результати їх виконання.

Зміст дисципліни: Тема 1. Операторне числення, математичний апарат квантової механіки. Тема 2. Властивості операторів кутового моменту. Тема 3. Спін та спінові функції квантових систем. Тема 4. Чисті та змішані квантові стани, формалізм матриці густини. Тема 5. Елементарні операції над кубітами. Тема 6. Заплутаність квантових систем. Тема 7. Квантові алгоритми. Тема 8. Повнота квантової механіки, ЕПР-парадокс. Тема 9. Квантомеханічні вимірювання. Тема 10. Квантові не локальні протоколи.

Форма підсумкового контролю: залік.

Засоби діагностики успішності навчання: питання і завдання для самостійної роботи, перелік питань для поточного та підсумкового контролю, комплекти тестових завдань для поточного та підсумкового контролю.

Мова навчання: українська.

2. Оцінювання:

Оцінювання розмежоване між лекційними заняттями та доповідями, практичними заняттями та самостійною роботою. Викладання та навчання проводяться у форматі теоретичного матеріалу, а також усних та письмових завдань, обов'язкову кількість яких оцінюють відповідною кількістю балів.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти

Поточне оцінювання та самостійна робота													МК2	Сума
T1	T2	ПК	T3	T4	T5	T6	МК1	T7	T8	T9	T10	Презентації		
5	5	10	5	5	5	5	10	5	5	5	5	20	10	100

Розподіл балів за видами робіт

Види робіт, що оцінюються в балах	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Усього
Індивідуальне завдання	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Поточний контроль (ПК)	10		-	-	-	-	-	-	-	-	10
Активність на занятті	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
Презентації	20										20
Модульний контроль (МК)	10						10				20
Всього з дисципліни											100

Критерії оцінювання видів робіт

Робота здобувача вищої освіти складається з усних доповідей, участі в дискусіях та розв'язуванні завдань для самостійної роботи.

Доповіді оцінюються наступним чином:

- 2 бали – студент демонструє глибокі знання з відповідної теми, вільно їх використовує для освітлення теми; здатний проілюструвати свою думку прикладами;
- 1 бал – студент не висвітлює всі аспекти досліджуваної теми, не здатний пояснити відповідні аспекти у повному обсязі та відповісти на основні питання з тематики доповіді.

Участь у дискусії оцінюється додатковими балами, які зараховуються, якщо студент: приймає активну участь у диспуті; задає питання, що демонструють глибокий аналіз досліджуваної теми; активно відповідає на питання інших учасників та приймає участь в дослідженні аспектів розглядуваної теми.

Кожна успішно розв'язана задача та відповідь на питання з переліку завдань для самостійної роботи оцінюється в 1 бал.

Поточний контроль здійснюється з розрахунку, що кожний успішний розв'язок (відповідь на завдання) приносить 1 бал. Оцінювання активності на занятті здійснюється з розрахунку 2 бали за продуктивний вихід до дошки, 1 бал за доповнення з місця або запитання по суті тематики. Максимальна кількість балів, які можна набрати в межах однієї теми за цими видами робіт, наведена в таблицях розподілу балів за видами робіт. Також під час опрацювання теми можна додатково отримати 1 бал за задачу. Критерії оцінювання виконання контрольних робіт та виконання і захисту індивідуальних завдань та модульного контролю наведені в таблиці нижче.

Оцінка (%)	Критерії оцінювання виконання контрольних робіт та виконання і захисту індивідуальних завдань та модульного контролю
90-100	оцінюється робота здобувача вищої освіти, якщо він у повному обсязі володіє навчальним матеріалом; вільно, самостійно та аргументовано його викладає; глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичного матеріалу та практичних завдань; вільно користується спеціальною науковою термінологією, наводить аргументи на підтвердження власних думок, здійснює аналіз та робить висновки; демонструє високий рівень розв'язування практичних завдань.
75-89	оцінюється робота здобувача вищої освіти, якщо він достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає, в основному розкриває зміст теоретичних запитань та практичних завдань, користується спеціальною науковою термінологією. Але при висвітленні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються незначні помилки при розв'язуванні практичних завдань.
50-74	оцінюється робота здобувача вищої освіти, якщо він відтворює значну частину навчального матеріалу, висвітлює його основний зміст, виявляє елементарні знання окремих положень, проте не здатний до глибокого, всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускає істотні неточності та помилки, володіє лише обов'язковим мінімумом методів розв'язування задач.
1-49	оцінюється робота здобувача вищої освіти, якщо він володіє навчальним матеріалом не у достатньому обсязі, а лише фрагментарно, не розкриває зміст теоретичних питань і практичних завдань, а в окремих випадках – не розуміє матеріалу поточної теми. Під час розв'язувань задач робить значні, грубі помилки.

Відповідність шкал оцінок якості засвоєння навчального матеріалу

Оцінка за національною шкалою для екзамену, КП, КР /заліку	Оцінка в балах	Оцінка за шкалою ECTS	Пояснення
Відмінно/ зараховано	90-100	A	Відмінно (відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок)
Добре/ зараховано	82-89	B	Дуже добре (вище середнього рівня з кількома помилками)
	74-81	C	Добре (в загальному вірне виконання з певною кількістю суттєвих помилок)
Задовільно/ зараховано	64-73	D	Задовільно (непогано, але зі значною кількістю недоліків)
	60-63	E	Достатньо (виконання відповідає мінімальним критеріям)
Незадовільно/ не зараховано	35-59	FX	Незадовільно (з можливістю повторного складання)
	0-34	F	Незадовільно (з обов'язковим повторним вивченням дисципліни)

3. Політика курсу:

- 3.1. Відвідування занять є обов'язковим, як важлива складова освітнього процесу.
- 3.2. Пропущені заняття (з поважних причин / без поважних причин) мають бути відпрацьованими в позааудиторний час.
- 3.3. За кожну виконану контрольну, індивідуальну роботу, поточний (теоретичний) контроль, тест і активність на занятті отримується кількість балів, відповідно до таблиці розподілу балів. Для отримання позитивної оцінки необхідно отримати не менше 60 відсотків від максимальної кількості балів для кожного виду робіт.
- 3.4. Списування під час контрольних робіт заборонено (в т. ч. із використанням мобільних пристроїв).
- 3.5. Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час виконання розрахунків практичних завдань.
- 3.6. При виявленні плагіату робота не оцінюється, а виконується повторно зі зміною завдань.
- 3.7. Усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконаними у встановлений термін. В разі несвоєчасного виконання роботи без поважних причин, бали будуть пониженими.
- 3.8. Перенесення терміну здачі роботи/перездача з поважних причин (лікарняний, академічна мобільність тощо) не впливатиме на оцінку.
- 3.9. Незадовільні оцінки, отримані студентом протягом семестру мають бути перескладеними за тиждень до складання підсумкового контролю.
- 3.10. За наукову роботу студенти отримують додаткові бали.
- 3.12. Допускається визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті з використанням коефіцієнта 0,1 від загальної кількості годин, вказаних у сертифікаті чи в іншому документі.
- 3.13. Обов'язковим є дотримання академічної доброчесності студентами, а саме:
- самостійне виконання всіх видів робіт, завдань, форм контролю, передбачених робочою програмою навчальної дисципліни «Теоретичні основи квантових обчислень»;
 - посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
 - дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
 - надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової) діяльності, використанні методики досліджень і джерела інформації.