

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра теоретичної фізики імені академіка І.М.Ліфшиця

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор

“ _____ ” _____ 20__ р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Сучасні проблеми фізики: квантовий комп'ютер
(назва навчальної дисципліни)

спеціальність (напрямок) _____ 104 - фізика та астрономія _____

спеціалізація _____ фізика _____

факультет _____ фізичний _____

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету (інституту, центру)

“ 29 ” серпня 2016 року, протокол № 9

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Майзеліс Захар Олександрович, канд. фіз-мат. наук

Програму схвалено на засіданні кафедри

теоретичної фізики імені академіка. М. Ліфшиця

Протокол від “ 2 ” липня 2016 року протокол № 7

Завідувач кафедри теоретичної фізики академіка. М. Ліфшиця

_____ (Рашба Г.І.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією

фізичного факультету

назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “ 29 ” серпня 2016 року № 1

Голова методичної комісії _____

_____ Макаровський М.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “**Квантовий комп'ютер**” складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки першого рівню вищої освіти – магістр. Ця програма є складовою частиною курсу «Сучасні проблеми фізики»

спеціальності (напряму) – 104 – «фізика та астрономія»

спеціалізації – «фізика»

1. Опис навчальної дисципліни

1.1 Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Квантовий комп'ютер» є формування уявлень студентів про принцип побудови квантового комп'ютера та про алгоритми квантового обчислення..

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни «Квантовий комп'ютер»

навчити студентів

- аналізувати стани чистих, змішаних та сплутаних станів квантових систем,
- досліджувати еволюцію квантово-механічних систем за допомогою вирішення квантового квантового кінетичного рівняння,
- аналізувати динаміку кубітів при базових алгоритмічних процедурах,
- користуватися принципами побудови квантових алгоритмів, аналізувати вклад затухання та декогеренції у квантові процеси, які відбуваються у реєстрах квантових комп'ютерів,
- аналізувати і порівнювати ефективність дії квантових алгоритмів при різних реалізаціях квантового комп'ютера,
- користуючись навчальною та довідковою літературою, обирати адекватні методи вирішення задач побудови квантових алгоритмів.

1.3. Кількість кредитів – 3.

1.4. Загальна кількість годин – 90.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни
Нормативна
Денна форма навчання
Рік підготовки
1-й
Семестр
1-й
Лекції
32 год.
Практичні, семінарські заняття
Не передбачені навчальним планом
Лабораторні заняття
Не передбачені навчальним планом
Самостійна робота
40 год.
Індивідуальні завдання
Не передбачені навчальним планом

1.6. Заплановані результати навчання

Згідно з вимогами освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми студенти повинні досягти таких результатів навчання:

знати: основні моделі побудови квантових бітів, проблеми побудови з них квантових комп'ютерів та ідеї алгоритмів квантового обчислення.

вміти: досліджувати квантові системи на можливість використання їх в якості квантового біту інформації, скласти простіші алгоритми квантового комп'ютерингу.

2. тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Принципи побудови і оперування квантових комп'ютерів

- Тема 1. Основні принципи квантової інформації.
- Тема 2. Гамільтонова динаміка дворівневої системи.
- Тема 3. Методи контролю дворівневих систем.
- Тема 4. Квантове кінетичне рівняння.
- Тема 5. Застосування квантового кінетичного рівняння.
- Тема 6. Рівняння Блоха-Редфільда.
- Тема 7. Основні носії квантової інформації.
- Тема 8. Молекулярні кюбіти.
- Тема 9. Надпровідникові кюбіти.

Розділ 2. Квантові алгоритми та їх застосування

- Тема 10. Квантові і класичні алгоритми.
- Тема 11. Квантовий паралелізм.
- Тема 12. Квантова теорема про неможливість копіювання інформації.
- Тема 13. Алгоритм Саймона.
- Тема 14. Алгоритм Шора.
- Тема 15. Декогеренція у квантових комп'ютерах.
- Тема 16. Методи зчитування інформації.
- Тема 17. Точні та не деструктивні методи аналізу.
- Тема 18. Перспективи розвитку квантового комп'ютерингу.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
л		п	лаб	Інд	ср	
1	2	3	4	5	6	7
Розділ 1. Принципи побудови і оперування квантових комп'ютерів						
Тема 1	4	2				2
Тема 2	4	2				2
Тема 3	3	1				2
Тема 4	4	2				2
Тема 5	3	1				2
Тема 6	4	2				2
Тема 7	5	2				3
Тема 8	4	2				2
Тема 9	5	2				3
Разом за розділом	36	16				20

Розділ 2. Квантові алгоритми та їх застосування						
Тема 10	3	1				2
Тема 11	3	1				2
Тема 12	4	2				2
Тема 13	4	2				2
Тема 14	4	2				2
Тема 15	5	2				3
Тема 16	4	2				2
Тема 17	4	2				2
Тема 18	5	2				3
Разом за розділом	36	24				20
Усього годин	60	16				40

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять
Не передбачені навчальним планом.

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	2	3
1	Переваги квантового комп'ютерингу над класичним.	2
2	Дворівнева система у гармонічному полі.	2
3	Пі- та пі-на-чотири імпульси.	2
4	Квантове кінетичне рівняння для осцилятора.	2
5	Квантове кінетичне рівняння для зет-зет взаємодії.	2
6	Рівняння Блоха-Редфільда для зет-зет взаємодії.	2
7	Твердо тільні к'юбіти.	3
8	Зчитування інформації для молекулярних к'юбітів.	2
9	Час релаксації над провідникових к'юбітів.	3
10	Зростання складності алгоритмів.	2
11	Зчитування інформації для задач, що вирішуються паралельно.	2
12	Додаткова інформація та ефективність передачі інформації.	2
13	Знаходження періоду функції за допомогою квантового комп'ютеру.	2
14	Застосування алгоритму Шора.	2
15	Обмеження на час роботи алгоритму.	3
16	Зчитування інформації у над провідникових к'юбітах.	2
17	Вимірювання комплексної координати осцилятора не деструктивним методом.	2
18	Сучасні реалізації к'юбітів.	3
	Разом	40

6. Індивідуальні завдання
Не передбачені навчальним планом.

7. Методи контролю
Екзамен, який є складовою частиною екзамену по курсу «Сучасні проблеми фізики».

8. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання			Екзамен	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Разом		
T1-T9	T10-T18			
50	50	100	100	100

Для зарахування розділу треба пройти опитування і набрати у підсумку не менше 25 балів за розділ.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену	для заліку
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

9. Рекомендована література

Основна література

1. Бауместер Д., Экерт А., Цайлингер А. (ред). Физика квантовой информации. – М.: ПостмаркетМир, 2002.
2. Валиев К.А. Квантовые компьютеры и квантовые вычисления // Успехи физических наук, том 175 (2005).
3. Килин С.Я. Квантовая информация // Успехи физических наук, том 169, (1999).
4. Котина С.В. Поиск красоты. Роль эстетических ориентиров в формирующейся научной теории. – М.: Вестком, 2002.
5. Манько В.И. «Исследования по истории физики и механики» (под ред. Г.М. Идлиса) – М.: Наука, 2003.
6. Нильсен М., Чанг И. Квантовые вычисления и квантовая информация: Пер. с англ. – М.: Мир, 2006.
7. Фейнман Р. Моделирование физики на компьютерах. В сборнике статей «Квантовый компьютер и квантовые вычисления», том 2, под ред. Садовниченко В.А. – Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 1999.
8. Холево А.С. Введение в квантовую теорию информации. – М. МЦНМО, 2002.

Допоміжна література

1. Холево А.С. Квантовая информатика: прошлое, настоящее, будущее // В мире науки, № 7, (2008).
2. Хренников А.Ю. Введение в квантовую теорию информации. – М.: Физматлит, 2008.

10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

Вікіпедія:

https://ru.wikipedia.org/wiki/Квантовый_компьютер

https://uk.wikipedia.org/wiki/Квантовий_комп'ютер

Квантовий комп'ютер D-Wave:

<http://www.dwavesys.com/quantum-computing>

<http://ain.ua/2015/12/10/620973>

MIT Lecture Course

<http://web.mit.edu/2.111/www/index.htm>