УДК 530.145

[1]
Я. А. Косенко
В. В. Мартинюк
[1]

КВАНТОВА РЕВОЛЮЦІЯ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

У роботі досліджено основні етапи квантової революції та її вплив на сучасну фізику і технології. Розглянуто ключові відкриття, що спричинили зміну класичних уявлень про природу матерії та енергії.

Ключові слова: квантова механіка, квантова революція, фотоелектричний ефект, хвильова функція, принцип невизначеності.

Abstract

This study explores the main stages of the quantum revolution and its influence on modern physics and technology. It examines pivotal discoveries that led to a reevaluation of classical notions about the nature of matter and energy.

Keywords: quantum mechanics, quantum revolution, photoelectric effect, wave function, uncertainty principle.

Вступ

Квантова революція стала переломним моментом у розвитку фізики на початку XX століття. Вона ознаменувала перехід від класичної механіки до квантової, змінивши уявлення про поведінку частинок і хвиль на мікроскопічному рівні. Такі явища, як суперпозиція, ентанглемент і дискретність енергії, стали основою для нових наукових і технологічних досягнень [1].

Метою цієї роботи є аналіз ключових етапів квантової революції та оцінка її значення для сучасності.

Результати дослідження

Квантова революція розвивалася через низку фундаментальних відкриттів, які поступово формували нову парадигму в науці.

Основні етапи квантової революції:

Гіпотеза Планка (1900)

Макс Планк припустив, що енергія випромінюється і поглинається у вигляді дискретних порцій — квантів. Це вирішило проблему спектру випромінювання абсолютно чорного тіла. Енергія кванта визначається формулою:

$$E = h\nu$$

де h — стала Планка (6.626×10^{-34} Дж·с),
ν — частота випромінювання (Гц).

Модель атома Бора (1913)

Нільс Бор запропонував модель атома, в якій електрони рухаються по стаціонарних орбітах із фіксованими рівнями енергії. Перехід між орбітами супроводжується випромінюванням або поглинанням кванта енергії [2].

Розвиток квантової механіки (1920-ті)

Ервін Шредінгер розробив рівняння хвильової функції (ψ ψ), що описує ймовірність знаходження частинки в просторі. Вернер Гейзенберг сформулював принцип невизначеності:

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$$

де Δx — невизначеність положення, Δp — невизначеність імпульсу. Ця нерівність показує фундаментальну межу точності вимірювань у квантових системах.

На рис. 1 зображено залежність між невизначеністю положення та імпульсу.

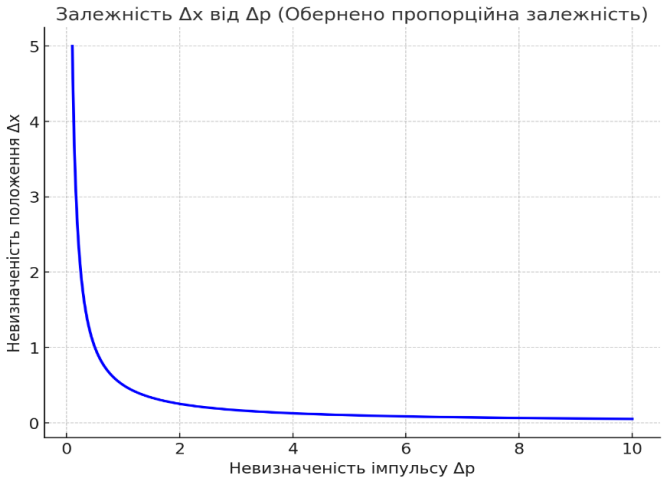


Рис. 1. Залежність параметрів перспективної проекції від кута огляду

З рисунка видно, що зменшення Δ x Δx призводить до зростання Δ p Δp, що є характерною рисою квантових систем.

Квантова революція замінила детерміністичний підхід класичної фізики на ймовірнісний, що стало основою для створення квантових комп'ютерів, квантової криптографії та інших інновацій.

Сучасні відкриття та застосування

Квантова революція дала поштовх не лише теоретичним дослідженням, а й практичним технологіям XXI століття. Ось кілька ключових сучасних досягнень:

1) Квантовий комп'ютер

Квантові комп'ютери використовують кубіти, які завдяки суперпозиції та ентанглементу дозволяють виконувати обчислення значно швидше, ніж класичні комп'ютери. Наприклад, алгоритм Шора може розкладати великі числа на множники за поліноміальний час, що загрожує сучасним системам шифрування.

2) Квантовий інтернет

Квантовий інтернет базується на квантовій криптографії та ентанглементі, забезпечуючи абсолютно безпечний обмін даними. У 2021 році в Китаї успішно протестували квантову мережу протяжністю понад 4600 км.

3) Квантова телепортація

У 2017 році вчені передали квантову інформацію на відстань 1400 км через супутник Micius. Це відкриває перспективи для глобальних квантових мереж і зв'язку.

4) Квантове машинне навчання

Останні дослідження показують, що квантові алгоритми можуть пришвидшити обробку великих даних, наприклад, у задачах штучного інтелекту, завдяки квантовій паралельності обчислень.

Ці приклади ілюструють, як квантова механіка трансформує сучасні технології, від обчислень до комунікацій і точних вимірювань.

Висновки

Квантова революція змінила наукову картину світу, ввівши концепції дискретності, ймовірності та квантових явищ. Її вплив простежується у XXI столітті через такі технології, як квантовий комп'ютер, квантовий інтернет, квантові датчики та телепортація. Ці досягнення відкривають нові горизонти для науки й інженерії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Грін Б. Елегантний Всесвіт / Б. Грін. - М.: УРСС, 2006. - 288 с.
2. Фейнман Р. КЕД - дивна теорія світла та речовини / Р. Фейнман. - М.: Наука, 1988. - 144 с.
3. Ааронсон С. Квантова інформатика/С. Ааронсон. - К.: Наш Формат, 2020. - 400 с.

Косенко Ярослав Анатолійович — студент групи 3КН-24б, Факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Науковий керівник: ***Мартинюк Володимир Валерійович*** — к.т.н., доцент кафедри загальної фізики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Kosenko Yaroslav Anatoliyovych — *student of group 3KN-24b, Faculty of Intellectual Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia*.

Scientific advisor: **Martyniuk Volodymyr Valeriyovych** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of General Physics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.