

УДК 621.375.8:530.145]:001.895

**КВАНТОВІ ТЕХНОЛОГІЇ:
НОВИЙ ВИМІР НАУКИ ТА ІННОВАЦІЙ**

Приймачов Ю. Д., Мурзабулатова М. С.

e-mail: yurii.pryimachov@nure.ua, e-mail: mariia.murzabulatova@nure.ua

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. Фізики
м. Харків, Україна

The study examined the impact of quantum mechanics on modern science and technology, focusing on its applications in quantum computing, cryptography, and sensors. Key principles like wave-particle duality, entanglement, and uncertainty were highlighted, along with challenges such as decoherence and scalability. Despite these hurdles, ongoing research continues to drive advancements, shaping future industries.

Сучасні технології значною мірою ґрунтуються на фізичних відкриттях минулого століття. Одним із найважливіших напрямів фізики, що сприяв створенню нових галузей науки й техніки, є квантова механіка. Вона описує поведінку частинок на мікроскопічному рівні та досліджує такі явища, як корпускулярно-хвильовий дуалізм, квантова заплутаність і принцип невизначеності. Завдяки цим відкриттям розроблено численні сучасні технології, серед яких квантові комп'ютери, квантова криптографія та високочутливі квантові сенсори. У цьому дослідженні автором розглядаються основи квантової механіки, її вплив на розвиток технологій і перспективи їхнього застосування.

Квантова механіка докорінно змінила уявлення про природу матерії. На відміну від класичної механіки Ньютона, що описує рух макроскопічних об'єктів, квантова механіка пояснює поведінку частинок, таких як електрони, фотони та атоми. Одним із ключових відкриттів квантової механіки є корпускулярно-хвильовий дуалізм, тобто, що елементарні частинки можуть проявляти як хвильові, так і корпускулярні властивості. Наприклад, електрони створюють інтерференційні картини під час проходження через щілини, що характерно для хвиль, але водночас поведуться як окремі частинки. Квантова заплутаність – це явище, за якого два або більше квантові об'єкти стають взаємопов'язаними так, що зміна стану одного миттєво впливає на інший, незалежно від відстані між ними. Таке відкриття стало основою для розвитку квантової криптографії та квантових обчислень. Водночас є фундаментальне обмеження через принцип невизначеності Гейзенберга, який стверджує, що неможливо одночасно точно визначити положення та імпульс частинки. Таке обмеження суттєво впливає на технологічний розвиток, визначаючи межі точності вимірювань.

Квантова механіка сприяла створенню нових революційних технологій, що перевершують класичні аналоги за багатьма параметрами.

Квантові комп'ютери використовують явища суперпозиції та заплутаності для проведення обчислень значно швидше, ніж класичні комп'ютери. Вони здатні розв'язувати задачі, що є практично нерозв'язними для традиційних процесорів, зокрема факторизацію великих чисел і моделювання складних молекул у хімії. Також квантова криптографія забезпечує передачу інформації, завдяки принципу квантової заплутаності, що дозволяє створювати абсолютно захищені системи зв'язку. Таку систему неможливо зламати або перехопити, оскільки будь-яке втручання змінює її квантовий стан, що дозволяє його виявити. Квантові сенсори використовують високочутливі квантові ефекти для вимірювання магнітних і гравітаційних полів, що робить їх незамінними в медицині, геофізиці та військових технологіях. Наприклад, вони дозволяють створювати надточні МРТ-сканери та нові види навігаційних систем.

Попри величезний потенціал, квантові технології стикаються з низкою труднощів. Однією з головних проблем є квантова декогеренція – руйнування квантових станів через взаємодію із зовнішнім середовищем. Для подолання цієї проблеми необхідно підтримувати наднизькі температури та застосовувати складні методи корекції помилок. Також постає питання широкомасштабного впровадження квантових технологій у повсякденне життя. Наразі квантові комп'ютери ще не готові до масового використання, але великі компанії, такі як Google, IBM та Microsoft, активно працюють над їхньою комерціалізацією.

Квантова механіка здійснила значний вплив на розвиток сучасної науки та технологій. Попри наявні виклики, розвиток квантових технологій триває, і в майбутньому вони можуть кардинально змінити багато сфер життя, зокрема інформаційні технології, медицину та безпеку даних. Тому вивчення квантової фізики та її застосувань є надзвичайно важливим для подальшого розвитку науки і суспільства.

Список використаних джерел:

1. Міхель ван Амеронген. Квантові технології в обороні і безпеці: вебсайт.URL:

<https://www.nato.int/docu/review/uk/articles/2021/06/03/kvantov-tehnolog-v-oboron-bezpets/index.html>.

2. Корж Р. В. Вплив квантових технологій на інноваційні процеси в глобальній економіці. *Український журнал прикладної економіки та техніки*. 2024. Том 9. № 2. DOI: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2024-2-14>.

3. Лісовський П. М., Лісовська Ю. П., Глушков В. О. Сучасні кібервійни XXI століття: квантові технології : навч. посіб. Київ: Ліра-К, 2024. 181 с.