

## კვანტურ კომპიუტერებში ახალი ტექნოლოგიების გამოყენების პერსპექტივების შესახებ

ცაცა ნამჩევამე

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი (ქუთაისი)

### რეზიუმე

კომპიუტერულ სფეროში სილიციუმის მიკროელექტრონიკის ერა სრულდება. ელექტრონულ კომპიუტერებს ჩაანაცვლებს კვანტური კომპიუტერები, რომლებიც იყენებს კვანტურ-მექანიკურ ეფექტებს. ისინი თანამედროვე კომპიუტერებთან შედარებით გაცილებით სწრაფი, კომპაქტური და ეკონომიური იქნება. ამჟამად კვანტური ტელეპორტაცია სტანდარტული ოპერაცია გახდა კვანტური ოპტიკის ლაბორატორიებში. ჩინელმა მეცნიერებმა დააამყარეს რეკორდი ყველაზე გრძელ მანძილზე ტელეპორტაციის განხორციელებაში. მათ მოახდინეს ფოტონის ტელეპორტაცია დედამიწიდან თანამგზავრზე. ამით პირველად შექმნეს თანამგზავრი-დედამიწის კვანტური ქსელი. კვანტური ქსელები გაცილებით უკეთესად იქნება დაცული, ვიდრე თანემედროვე ქსელები.

**საკვანძო სიტყვები:** კვანტური კომპიუტერი. ქუბიტი. კვანტური ტელეპორტაცია. კვანტური ქსელი.

### 1. შესავალი

დღეს-დღეობით მოქმედი კომპიუტერების უმეტესობა მუშაობს ბინარულ სისტემაზე ანუ ინფორმაციის ორობითი წარმოდგენის პარადიგმით. ინფორმაციის ორობით წარმოდგენის პარადიგმაში ინფორმატიკამ დიდ წარმატებებს მიაღწია. მაგრამ მასაც გააჩნია ხარვეზები და ისინი თანდათანობით უფრო მნიშვნელოვანი ხდება.

ადამიანის თითქმის ყველა სფეროს კომპიუტერიზაცია იწვევს ინფორმაციის დიდი მასივების შექმნას. დასამუშავებელი ინფორმაციის სწრაფი ზრდა კი მოითხოვს კომპიუტერების მეხსიერების და სწრაფმოქმედების ზრდას.

როდესაც ტრანზისტორების ზომები გახდება ატომების ზომების ტოლი, მაშინ ადგილი ექნება კვანტურ ტუნელირებას. რაც ნიშნავს იმას, რომ ელექტრონები თავისუფლად იმოძრავენ ტრანზისტორის პოლუსებს შორის. ეს ეფექტი არის პრინციპულად შემზღუდავი ტრანზისტორის ზომების შესამცირებლად. აღნიშნულიდან გამომდინარე კომპიუტერებში სილიციუმის მიკროელექტრონიკის ერა დასრულდება [1].

### 2. ძირითადი ნაწილი

ერთ-ერთი მთავარი სფერო, რომელშიც შეიძლება კვანტური მექანიკის ცოდნის გამოყენება არის კომპიუტერები. მეცნიერებმა უკვე დაიწყეს იმ ტექნოლოგიებზე, მეთოდებსა და მასალებზე მუშაობა, რომლებიც ამ ფანტასტიკურ მანქანას დასჭირდება.

კვანტური კომპიუტერი ინფორმაციის შესანახად ტრადიციული ჩიპების ნაცვლად იყენებს ელექტრონებს, იონებს, ფოტონებს, ატომებს. ელექტრონს აქვს სპინის 2 ძირითადი მდგომარეობა up და down ე.ი. ერთეულოვანი ვექტორი არის ან ზემოთ ან ქვემოთ. სპინი ზემოთ არის ლოგიკური 1, ხოლო ქვემოთ ლოგიკური - 0. კვანტურ სამყაროში არის მესამე მდგომარეობაც - ამ ორი მდგომარეობის სუპერპოზიცია ანუ ერთდროულად up და down. სპინი წარმოდგენილი იქნა, როგორც კვანტური ბიტი ანუ **ქუბიტი** (ბიტის ანალოგი).

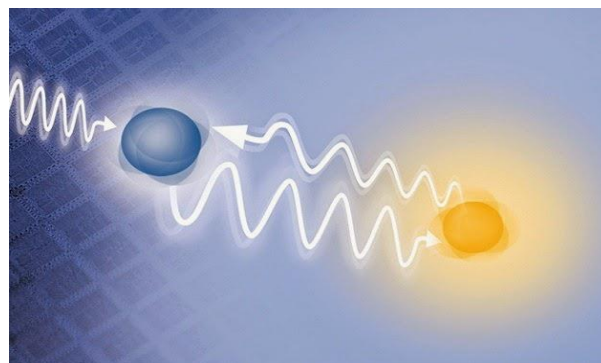
ლოგიკური ოპერაციები კვანტურ კომპიუტერზე წარმოებს იმავე პრინციპით, როგორც ჩვეულებრივ კომპიუტერზე. ზემოქმედება ქუბიტზე - სპინის შეტრიალება ხდება რადიო-სიხშირული იმპულსით.

კვანტური კომპიუტერები თანამედროვე კომპიუტერებთან შედარებით გაცილებით სწრაფი, კომპაქტური და ეკონომიური იქნება.

მიუხედავად იდეის სიმარტივისა რეალურად რთულია კვანტური კომპიუტერის აგება. ეს იმით არის განპირობებული, რომ ატომები და ელექტრონები მარტივად შეიძლება იქნას შეშფოთებულნი მათი გარემოთი. აღნიშნული გამოიწვევს კვანტურ კომპიუტერში შენახული ინფორმაციის დაზიანებას და ამდენად შეცდომებს გამოთვლებში. ამიტომ ჯერ ადრეა კვანტური კომპიუტერის მასიურ გამოყენებაზე გადასვლა [1,2].

გასულ საუკუნეში მეცნიერები ვარაუდობდნენ, რომ კვანტური მექანიკის გამოყენებით შესაძლებელი უნდა ყოფილიყო ტელეპორტაცია. ამჟამად ეს პროცესი სტანდარტული ოპერაცია გახდა კვანტური ოპტიკის ლაბორატორიებში.

**კვანტური ტელეპორტაცია** დამოკიდებულია კვანტურ გადაჯაჭვულობაზე (ნახ.1) - სიტუაცია, სადაც კვანტური ობიექტების (მაგალითად, ფოტონების) ნაკრები ერთსა და იმავე დროსა და ადგილზე წარმოიქმნა სივრცეში.



ნახ.1. კვანტური გადაჯაჭვულობა

ფოტონები ამ გზით ერთ არსებობას იზიარებს. ეს გაზიარებული არსებობა გრძელდება მაშინაც კი, როცა ისინი განცალკავებულეხება. აღნიშნული ნიშნავს იმას, რომ ერთ კვანტურ ობიექტზე ჩატარებული ზემოქმედება მყისვე გავლენას ახდენს მეორე კვანტური ობიექტის მდგომარეობაზე მიუხედავად მათ შორის მანძილისა. გადაჯაჭვული კვანტური ობიექტები გაურკვეველი გზით არის ერთმანეთთან დაკავშირებული. ამ კავშირის გამოყენება შეიძლება კვანტური ინფორმაციის გადასაცემად. ეს მოხდება არსებული ინფორმაციის „გადმოწერით“, რომელიც დაკავშირებულია ფოტონებს შორის გადაჯაჭვულობაზე. ერთი ფოტონი იღებს მეორე ფოტონის იდენტობას.

აღსანიშნავია, რომ ტელეპორტაციას აქვს გარკვეული ზღვარი. მაგალითად, შეუძლებელია დიდი სხეულების ტელეპორტაცია. თეორიაში არ არსებობს მაქსიმალური მანძილი, მაგრამ გადაჯაჭვულობა ძალიან ფაქიზია და კავშირები შეიძლება ადვილად დაირღვეს. მთელ მსოფლიოში ინტენსიურად მიმდინარეობს კვლევები კვანტური ტელეპორტაციის საკითხებზე [2].

აინშტაინი და მასთან ერთად ბევრი მეცნიერი არ ეთანხმებოდნენ კვანტური გადაჯაჭვულობის არსებობას, რომელიც კვანტური მექანიკის თეორიებზე დაყრდნობით იწინასწარმეტყველეს გაცილებით ადრე, ვიდრე მეცნიერებს მის გამოსაცდელად საჭირო ტექნოლოგია ექნებოდათ.

2013 წელს დელფტის უნივერსიტეტის ნანომეცნიერების დეპარტამენტის ფიზიკოსებმა პროფესორ რონალდ ჰანსონის ხელმძღვანელობით შეძლეს კვანტური ინფორმაციის გადაგზავნა ალმასის 2 სხვადასხვა ნაჭერს შორის, რომლებიც ერთმანეთისაგან 3 მეტრით იყო დაშორებული. შემდეგ, 2015 წელს განახორციელეს კვანტური ტელეპორტაცია უნივერსიტეტის 2 შენობას შორის. მათ შორის მანძილი იყო 1300 მ. დელფტის უნივერსიტეტის მეცნიერთა ჯგუფის ექსპერტებმა აჩვენეს დისტანციური ქმედებების ჭეშმარიტება. ჩატარებული ექსპერიმენტები სერიოზული წინსვლა იყო ფიზიკაში, რადგან კვანტური ინფორმაცია გადაიცემოდა 100%-ით. მერილენდის უნივერსიტეტში ჩატარებულ წინამორბედ ექსპერიმენტებში კვანტური ინფორმაციის გადაგზავნა მხოლოდ 100 მილიონიდან ერთ შემთხვევაში ხერხდებოდა [3,4].

ახალი კვლევები ჩაატარეს ჩინელმა მეცნიერებმა. მათ შექმნეს გადაჯაჭვული ფოტონების წყვილი დედამიწაზე. ამ ფოტონებიდან ერთი გაასხივეს თანამგზავრზე Mircus, ხოლო მეორე დატოვეს დედამიწაზე. თანამგზავრი ძალიან მგრძობიარე ფოტომიმდებია, რომელსაც შეუძლია დედამიწიდან გაშვებული თითოეული ფოტონის კვანტური მდგომარეობების დაფიქსირება. Mircus გაშვების მიზანი სწორედ კვანტური თვისებების უკეთ გაგება იყო. საბოლოოდ დადასტურდა, რომ დედამიწაზე და ორბიტაზე მყოფ ფოტონებს შორის გადაჯაჭვულობა ნამდვილად ხდებოდა.

ჩინელ მკვლევართა ჯგუფმა არა მარტო პირველი ობიექტის ტელეპორტაცია მოახდინა დედამიწიდან ორბიტაზე, ამასთან პირველად შექმნეს თანამგზავრი - დედამიწის კვანტური ქსელი. მათ დაამყარეს რეკორდი ყველაზე გრძელ მანძილზე ტელეპორტაციის განხორციელებაში [5].

კვანტური ინფორმაციის ზუსტი ტელეპორტაცია წინ გადადგმული ნაბიჯია კვანტური ქსელების ასაგებად, რომლებიც უფრო ძლიერები და დაცულები იქნება, ვიდრე არსებული ქსელები.

### 3. დასკვნა

კვანტური კომპიუტერის შექმნა დიდი ნახტომია კომპიუტერების განვითარებაში. მას აქვს უდიდესი პოტენციალი სხვადასხვა სფეროში. კვანტური კომპიუტერები იყენებს კვანტურ-მექანიკურ ეფექტებს. ისინი ჯერ კიდევ ჩამოყალიბების სტადიაშია.

მეცნიერებმა შეიმუშავეს შორს მანძილზე კვანტური ინფორმაციის გადაგზავნის ტექნოლოგია, რომელიც შემდგომში გამოყენებულ იქნება კვანტური ქსელის შესაქმნელად. კვანტური ქსელები გაცილებით უკეთესად იქნება დაცული, ვიდრე თანამედროვე ქსელები. კვანტური კომპიუტერების განვითარება მნიშვნელოვნად შეცვლის კაცობრიობის მომავალს და დამოკიდებულებას მონაცეთა დამუშავებაში.

### ლიტერატურა – References – Литература:

1. ნამჩევადე ც. (2017). მომავლის კომპიუტერი. მე-5 სამეცნიერო-მეთოდური კონფ.: „ინოვაციები და ტრადიციები თანამედროვე განათლებაში“. ქუთაისი. გვ.24-26.
2. <https://www.sciencealert.com/features/20142810-26412-2.html>
3. <https://qutech.nl/hanson-lab/>
4. <https://phys.org/news/2015-10-historic-delft-einstein-god-dice.html>
5. <https://www.technologyreview.com/s/608252/first-object-teleported-from-earth-to-orbit/>

## ABOUT THE PERSPECTIVES OF USING NEW TECHNOLOGIES IN QUANTUM COMPUTERS

Namchevadze Tsatsa

Kutaisi Tsereteli State University

### Summary

In the article it is noted that the era of silicic microelectronics in computers will be over. Electronic computers can be replaced by quantum computers, which use quantum-mechanical effects. They will be much faster, compact and economical than the modern computers. In the work it is said that nowadays quantum teleportation has become a standard operation in the labs of quantum optics. The Chinese scientists have established a record in long-distance teleportation. They have carried out the photon teleportation from the Earth to the satellite. With this action they created the quantum network of the satellite- earth for the first time. The quantum networks will be much better protected than the modern ones.

## О ПЕРСПЕКТИВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КВАНТОВЫХ КОМПЬЮТЕРАХ

Намчевадзе Ц.

Кутаисский Государственный Университет им. Ак.Церетели

### Резюме

В статье отмечается, что эпоха микроэлектроники силиция в компьютерах закончится. Квантовые компьютеры могут заменить электронные компьютеры, используя квантово-механические эффекты. Они будут намного быстрее, компактнее и экономичнее, чем современные компьютеры. В работе говорится, что теперь квантовая телепортация стала стандартной операцией в лабораториях квантовой оптики. Китайские ученые установили рекорд в осуществлении телепортации на большое расстояние. Они сделали телепортацию фотона с земли на спутник. Этим они в первый раз создали квантовую сеть спутник - земля. Квантовые сети будут намного лучше защищены, чем современные сети.