



კვანტური სისტემების დეტალური ანალიზი და ხარისხის კონტროლის მნიშვნელობა

მარინა ქურდაძე¹ გივი მურჯიკნელი²

¹პროფესორი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. ციფრული სატელეკომუნიკაციო ტექნოლოგიების აკადემიური დეპარტამენტის უფროსი. 555441020, m.kurdadaze@gtu.ge, orcid-0009-0001-2918-3328; ²პროფესორი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. ციფრული სატელეკომუნიკაციო ტექნოლოგიების აკადემიური დეპარტამენტი. 599500054, g.murjikneli@gtu.ge, orcid-0009-0007-7781-6904

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია კვანტური სისტემების დეტალური ანალიზისა და ხარისხის კონტროლის მნიშვნელობა თანამედროვე კვანტურ ტექნოლოგიებში. ყურადღება გამახვილებულია კვანტური ტესტირების და კვანტური დონის სკანირების მოწყობილობებზე, რომლებიც გამოიყენება კუბიტების მდგომარეობის მონიტორინგის, ენერგეტიკული დონეების განსაზღვრისა და კვანტური სისტემების ოპტიმიზაციისათვის. განხილულია კვანტური ფიზიკის ფუნდამენტური პრინციპების სუპერპოზიცია, კვანტური ჩახლართულობა და ენერგეტიკული დისკრეტულობა. ნაშრომში წარმოდგენილია სიმკვრივის მატრიცის, ფიდელობის ფუნქციისა და ჰამილტონიანის გამოყენება კვანტური მდგომარეობების ანალიზში. ასევე განხილულია სპექტროსკოპიული მეთოდები, ჯოზეფსონის კვანძზე დაფუძნებული სენსორები და მრავალკუბიტური სისტემების კონტროლის პრობლემები. განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა დეკორენციის, ხმაურისა და ტემპერატურული არასტაბილურობის შემცირებას. ნაშრომი აჩვენებს, რომ კვანტური ტესტირების და სკანირების სისტემები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ კვანტური კომპიუტერების, კვანტური კომუნიკაციებისა და სენსორული ტექნოლოგიების განვითარებაში.

ნაშრომში განხილულია კვანტური სისტემების ანალიზის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული ასპექტები, ფიდელობის ფუნქციისა და ჰამილტონიანის როლი კვანტური მდგომარეობების შეფასებაში, აგრეთვე ხარისხის კონტროლის მექანიზმები და კვანტური ტესტირების და კვანტური დონის სკანირების სისტემების თეორიული და

ტექნოლოგიური საფუძვლები, მათი მნიშვნელობის შეფასება და არსებული გამოწვევების ანალიზი.

საკვანძო სიტყვები: კვანტური სისტემები, კვანტური ტესტირება, კვანტური დონის სკანირება, კუბიტი, კვანტური ჩახლართულობა, სუპერპოზიცია, ფიდელობის ფუნქცია, ჰამილტონიანი, სპექტროსკოპია, დეკოჰერენცია, კვანტური კომპიუტერი.

შესავალი

კვანტური ტექნოლოგიები თანამედროვე მეცნიერებისა და ინჟინერიის ერთ-ერთ ყველაზე სწრაფად განვითარებად მიმართულებას წარმოადგენს. კვანტური მექანიკის საფუძველზე შესაძლებელია მიკროსამყაროში მიმდინარე პროცესების, ნაწილაკთა ურთიერთქმედებისა და კვანტური მდგომარეობების სიღრმისეული შესწავლა. კვანტური სისტემების დეტალური ანალიზი ეფუძნება ისეთი ფუნდამენტური ცნებების გამოყენებას, როგორცაა ჰამილტონიანი, ტალღური ფუნქცია, ფიდელობის ფუნქცია და კვანტური ევოლუციის ოპერატორები. აღნიშნული მეთოდები იძლევა შესაძლებლობას განისაზღვროს სისტემის ენერგეტიკული მდგომარეობები, დინამიკა და დროში ცვლილების კანონზომიერებები.

კვანტური სისტემების დეტალური ანალიზისას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ხარისხის კონტროლს, რადგან კვანტური სისტემები მაღალი მგრძობელობით გამოირჩევიან გარე ზემოქმედებებისა და ხმაურის მიმართ. ხარისხის კონტროლი მოიცავს კვანტური მდგომარეობების სიზუსტის, სტაბილურობისა და ფიდელობის შეფასებას, რაც აუცილებელია კვანტური ოპერაციების ეფექტიანობისა და ინფორმაციის საიმედო გადაცემის უზრუნველსაყოფად.

კვანტური კომუნიკაციების და მაღალსიზუსტიანი სენსორული სისტემების განვითარებამ განსაკუთრებული მნიშვნელობა მიანიჭა კვანტური სისტემების დეტალურ ანალიზსა და ხარისხის კონტროლს. აღნიშნული პროცესები აუცილებელია კვანტური ელემენტების საიმედოობის, სტაბილურობისა და ეფექტურობის უზრუნველსაყოფად.

აღნიშნული ნაშრომის მიზანია კვანტური სისტემების დეტალური ანალიზისა და ხარისხის კონტროლის მნიშვნელობის შესწავლა თანამედროვე კვანტურ ტექნოლოგიებში. ნაშრომში განხილულია კვანტური ფიზიკის ძირითადი პრინციპები, კვანტური მდგომარეობების ანალიზის მეთოდები, ჰამილტონიანისა და ფიდელობის ფუნქციის გამოყენება, აგრეთვე კვანტური ტესტირების, სკანირების და კონტროლის თანამედროვე სისტემები. განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა დეკოჰერენციისა და ხმაურის შემცირების პრობლემებს, რადგან სწორედ ეს ფაქტორები განსაზღვრავს კვანტური ტექნოლოგიების პრაქტიკულ ეფექტიანობასა და მომავალ განვითარებას.

ძირითადი კვლევითი ნაწილი

თანამედროვე მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების განვითარებაში განსაკუთრებული ადგილი უკავია კვანტურ ფიზიკას და კვანტური სიგნალების დამუშავებას, რომელმაც მნიშვნელოვნად შეცვალა ადამიანის წარმოდგენა მიკროსამყაროს შესახებ. კვანტურმა მექანიკამ შესაძლებელი გახადა ისეთი ფენომენების ახსნა, რომლებიც კლასიკური ფიზიკის ფარგლებში აუხსნელი იყო. ატომებისა და ელემენტარული ნაწილაკების დონეზე მიმდინარე პროცესები ემორჩილება სრულიად განსხვავებულ კანონზომიერებებს, სადაც მოქმედებს ალბათური ბუნება, ენერჯის დისკრეტულობა, სუპერპოზიცია და კვანტური ჩახლართულობა. სწორედ ამ პრინციპებზეა დაფუძნებული თანამედროვე კვანტური ტექნოლოგიები, რომლებიც მეცნიერებისა და ინჟინერიის ერთ-ერთ ყველაზე სწრაფად განვითარებად მიმართულებად მიიჩნევა.

დღეს კვანტური სისტემების კვლევა, განსაკუთრებით ტელეკომუნიკაციაში, აქტუალურია. რომელიც ეფუძნება როგორც თეორიულ კვანტურ ფიზიკას, ისე პრაქტიკული თვალსაზრისით ტექნიკა/ტექნოლოგიების განვითარებას. თანამედროვე კვანტური კომუნიკაციები, კვანტური სენსორები და კრიპტოგრაფიული სისტემები ეფუძნება კვანტური მდგომარეობების მართვასა და კონტროლს. კვანტური კომპიუტერები, რომლებიც იყენებენ კუბიტებს კლასიკური ბიტების ნაცვლად, საშუალებას იძლევა შესრულდეს ისეთი რთული გამოთვლები, რომელთა განხორციელება კლასიკური კომპიუტერებისთვის პრაქტიკულად შეუძლებელია. ამასთანავე, კვანტური კომუნიკაციები უზრუნველყოფს ინფორმაციის გადაცემის მაღალ უსაფრთხოებას, კვანტური სენსორები კი გამოიყენება ზუსტი გაზომვებისათვის მედიცინაში, ასტროფიზიკაში და ტელეკომუნიკაციის ინჟინერიაში.

კვანტური სისტემების დეტალური ანალიზი წარმოადგენს მნიშვნელოვან წინაპირობას კვანტური ტექნოლოგიების ეფექტური განვითარებისათვის. კვანტური მდგომარეობების შესწავლისას აუცილებელია ისეთი ფუნდამენტური ცნებების გამოყენება, როგორცაა ტალღური ფუნქცია, სიმკვრივის მატრიცა, ჰამილტონიანი, ფიდელობის ფუნქცია და კვანტური ევოლუციის ოპერატორები. ჰამილტონიანი აღწერს სისტემის სრულ ენერჯიას და განსაზღვრავს კვანტური მდგომარეობების დროში ცვლილების კანონებს. ფიდელობის ფუნქცია კი საშუალებას იძლევა შეფასდეს ორი კვანტური მდგომარეობის მსგავსება და დადგინდეს კვანტური ოპერაციების სიზუსტე. აღნიშნული მეთოდები მნიშვნელოვან როლს ასრულებს როგორც თეორიულ ანალიზში, ისე კვანტური მოწყობილობების პრაქტიკულ ტესტირებასა და ოპტიმიზაციაში.

თანამედროვე კვანტური სისტემების ერთ-ერთ მთავარ პრობლემას წარმოადგენს დეკოჰერენცია და გარემო ხმაურის გავლენა. კვანტური მდგომარეობები ძალიან მგრძობიარეა გარე ფაქტორების მიმართ, როგორცაა ტემპერატურული რყევები, ელექტრომაგნიტური ველები და გარემოსთან ურთიერთქმედება. აღნიშნული

ფაქტორები იწვევს კვანტური ინფორმაციის დაკარგვას და ამცირებს სისტემის სტაბილურობას. სწორედ ამიტომ განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ხარისხის კონტროლს, რომლის მიზანია კვანტური მდგომარეობების სიზუსტის, სტაბილურობისა და საიმედოობის შეფასება. ხარისხის კონტროლის ეფექტური მექანიზმები აუცილებელია კვანტური ოპერაციების სიზუსტის გაზრდისა და კვანტური ტექნოლოგიების პრაქტიკული გამოყენებისათვის. [3]

კვანტური სისტემების კვლევის პროცესში ფართოდ გამოიყენება კვანტური ტესტირების და სკანირების თანამედროვე მეთოდები. სპეციალური მოწყობილობები გამოიყენება კუბიტების მდგომარეობის მონიტორინგის, ენერგეტიკული დონეების განსაზღვრისა და კვანტური სისტემების ოპტიმიზაციისათვის. განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება სპექტროსკოპიულ მეთოდებს, რომლებიც საშუალებას იძლევა მოხდეს კვანტური სისტემების ენერგეტიკული სპექტრის დეტალური შესწავლა. ასევე აქტიურად გამოიყენება ალბათურ გათვლებზე დაფუძნებული სენსორები და სუპერგამტარი კუბიტები, რომლებიც თანამედროვე კვანტური გამომთვლელი მოწყობილობების საფუძველს წარმოადგენს. აღნიშნული ტექნოლოგიები უზრუნველყოფს კვანტური მდგომარეობების ზუსტ კონტროლსა და გაზომვას.

მრავალკუბიტიანი სისტემების განვითარებასთან ერთად იზრდება კვანტური კონტროლის სირთულეც. კუბიტებს შორის ჩახლართულობის მართვა, ხმაურის შემცირება და კვანტური შეცდომების კორექცია თანამედროვე კვანტური ინჟინერიის ერთ-ერთ მთავარ გამოწვევად რჩება. ამ პრობლემების გადასაჭრელად მეცნიერები ქმნიან ახალ ალგორითმებს, სენსორებსა და კონტროლის მეთოდებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ კვანტური სისტემების სტაბილურ და ეფექტურ ფუნქციონირებას.

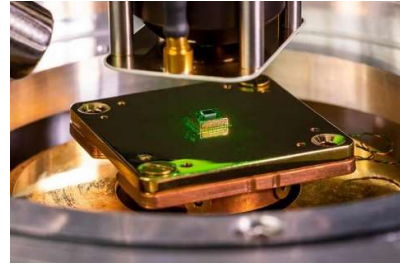
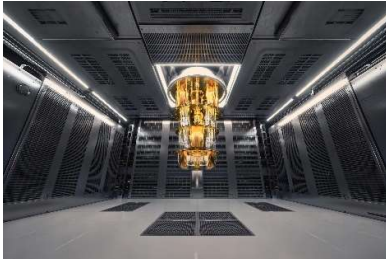
კვანტური სატელეკომუნიკაციო სისტემების მართვა შეგვიძლია განვიხილოთ, კვანტური მექანიკის ფუნდამენტურ პრინციპებად, როგორებიცაა სუპერპოზიცია, კვანტური ჩახლართულობა და ენერგეტიკული დისკრეტულობა. ამ პრინციპების პრაქტიკული გამოყენება მოითხოვს მაღალი სიზუსტის მქონე ტესტირების და სკანირების მოწყობილობებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ კუბიტების მდგომარეობის მონიტორინგს, ენერგეტიკული დონეების განსაზღვრასა და კვანტური პროცესების კონტროლს.

კლასიკური ფიზიკისგან განსხვავებით, კვანტურ სისტემებში ნაწილაკების მდგომარეობა განისაზღვრება ტალღური ფუნქციით, რომელსაც აქვს ალბათური ხასიათი და ეფუძნება კვანტური ფიზიკის ფუნდამენტურ პრინციპებს და აღწერს მიკროსამყაროში მიმდინარე პროცესებს.[1]

კვანტური მდგომარეობის ზოგადი ფორმა წარმოდგენილია როგორც: $|\psi\rangle = \alpha |0\rangle + \beta |1\rangle$ სადაც: $|0\rangle$ და $|1\rangle$ — საბაზისო მდგომარეობებია, α და β — კომპლექსური

ამპლიტუდებია. ხოლო ნორმირების პირობა: $|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$ რომელიც აღწერს კუბიტის სუპერპოზიციურ მდგომარეობას..

კვანტური ტესტირების მოწყობილობები



გამოიყენება კვანტური სისტემების ფუნქციონირების სიზუსტის შესამოწმებლად, მათი მთავარი დანიშნულებაა კუბიტების მდგომარეობის მონიტორინგი: კვანტური მდგომარეობების სიზუსტის, სტაბილურობისა და მუშაობის ხარისხის შეფასება, კვანტური ლოგიკური ელემენტების დიაგნოსტიკა და კვანტური ალგორითმების ვალიდაცია. კვანტური მდგომარეობების აღწერისათვის გამოიყენება სიმკვრივის მატრიცა : $\rho = \sum_i p_i |\psi_i\rangle\langle\psi_i|$

თანამედროვე კვანტურ პროცესორებში მნიშვნელოვანი პრობლემაა კუბიტებს შორის ჩახლართულობის მართვა. ორი კუბიტის Bell მდგომარეობა წარმოადგენს კვანტური ჩახლართულობის (Quantum Entanglement) ყველაზე ცნობილ და ფუნდამენტურ მაგალითს. ასეთ მდგომარეობაში ორი კუბიტი ერთმანეთთან ისე არის დაკავშირებული, რომ ერთის მდგომარეობის გაზომვა ავტომატურად განსაზღვრავს მეორის მდგომარეობას — მაშინაც კი, თუ ისინი ერთმანეთისგან დიდ მანძილზე არიან დაშორებულნი. ყველაზე გავრცელებული Bell მდგომარეობაა:

$$|\Phi^+\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|00\rangle + |11\rangle) \text{ სადაც } |00\rangle \text{ ნიშნავს, რომ ორივე კუბიტი 0 მდგომარეობაშია; } |11\rangle \text{ ნიშნავს, რომ ორივე კუბიტი 1 მდგომარეობაშია; } \frac{1}{\sqrt{2}} \text{— ნორმირების კოეფიციენტი.}$$

ამ ფორმულის მნიშვნელობაა, რომ სისტემა ერთდროულად ორივე მდგომარეობაში იმყოფება (სუპერპოზიცია), მაგრამ გაზომვისას: თუ პირველი კუბიტი აღმოჩნდა „0“, მეორეც აუცილებლად „0“ იქნება; თუ პირველი „1“ აღმოჩნდა, მეორეც „1“ იქნება.

ეს არის ჩახლართულობა — კუბიტების ერთმანეთთან ძლიერი კვანტური კავშირი.

Bell მდგომარეობები გამოიყენება: კვანტურ კრიპტოგრაფიაში; კვანტურ ტელეპორტაციაში; კვანტურ კომუნიკაციებში; კვანტურ კომპიუტერებში.

$$\text{არსებობს ოთხი ძირითადი Bell მდგომარეობა: } |\Phi^-\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|00\rangle - |11\rangle); |\Psi^+\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|01\rangle + |10\rangle); |\Psi^-\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|01\rangle - |10\rangle) [1]$$

ეს მდგომარეობები ქმნის ორკუბიტანი კვანტური სისტემების სრულ ბაზისს და თანამედროვე კვანტური ინფორმატიკის საფუძველს წარმოადგენს.

$|\Phi^+\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|00\rangle + |11\rangle)$ ჩახლართული მდგომარეობები განსაკუთრებით

მგრძობიარეა: ხმაურის, ფაზური შეცდომების, ტემპერატურული არასტაბილურობის მიმართ.[2]

სისტემის ხარისხი რომ შეფასდეს, გამოიყენება ფიდელობის ფუნქცია: $F = |\langle \phi | \psi \rangle|^2$ აქ. ($|\phi\rangle$)—იდეალური მდგომარეობა, ($|\psi\rangle$)—მიღებული მდგომარეობა. ცნობილია თუ $F=1$ მდგომარეობები სრულად ემთხვევა ერთმანეთს. $F=0$ სისტემაში მნიშვნელოვანი

შეცდომებია. ანუ ფიდელობა $F(\rho, \sigma) = \left(\text{Tr} \sqrt{\sqrt{\rho}\sigma\sqrt{\rho}} \right)^2$ განსაზღვრავს, რამდენად ახლოსაა ექსპერიმენტულად მიღებული მდგომარეობა თეორიულად განსაზღვრულ მდგომარეობასთან. [Lecture 4: Purifications and fidelity.]

კვანტური დონის სკანირების მოწყობილობები განკუთვნილია ენერგეტიკული დონეების კვლევისა და სპექტრული ანალიზისთვის. კვანტური სისტემების ენერგეტიკული სტრუქტურა განისაზღვრება ჰამილტონიანით: $H|\phi_n\rangle = E_n|\phi_n\rangle$ ენერგეტიკულ დონეებს შორის გადასვლა გამოიხატება ფორმულით: $\hbar\omega_{mn} = E_m - E_n$ სადაც ω_{mn} აღნიშნავს გადასვლის კუთხურ სიხშირეს.

სპექტროსკოპიული მეთოდები.--ლაზერული აბსორბცია, ფლუორესცენცია, რეზონანსული გაზომვებზე დაფუძნებული სენსორები, უზრუნველყოფენ კვანტური სისტემების მაღალსიზუსტიან ანალიზს.

თეორიული ანალიზისა და თანამედროვე კვლევების საფუძველზე გამოკვეთილი კვანტური სისტემების ხარისხის კონტროლი, მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს კვანტური მოწყობილობების ეფექტიანობაზე.

კერძოდ: ერთკუბიტანი სისტემების ფიდელობა თანამედროვე სუპერგამტარ პლატფორმებზე აღწევს: $F \approx 0.99$; მრავალკუბიტანი სისტემებში ფიდელობა მცირდება ხმაურისა და დეკოჰერენციის გამო: $F \approx 0.90 - 0.95$; მნიშვნელოვნად გაიზარდა კოჰერენტულობის დრო: $T_2 \approx 100 \mu\text{s}$ კრიოგენული სისტემების გამოყენებისას კვანტური ტექნოლოგიების ძირითადი გამოწვევები არის დეკოჰერენცია, ხმაური, ტემპერატურული არასტაბილურობა და მასშტაბურობა. მრავალკუბიტანი სისტემების მართვისას განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია გარემოს ზემოქმედების მინიმიზაცია და კვანტური მდგომარეობების სტაბილურობის შენარჩუნება.

დასკვნა

კვანტური ტესტირების და კვანტური დონის სკანირების მოწყობილობები წარმოადგენს თანამედროვე კვანტური ტექნოლოგიების ფუნდამენტურ კომპონენტებს.

მათი გამოყენება შესაძლებელს ხდის კვანტური სისტემების დეტალურ მონიტორინგს, ხარისხის კონტროლსა და ოპტიმიზაციას. აღნიშნული ტექნოლოგიები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ კვანტური კომპიუტერების, კვანტური კომუნიკაციებისა და მაღალსიზუსტიანი სენსორული სისტემების განვითარებაში.

კვლევამ აჩვენა, რომ კვანტური სისტემების ეფექტური მართვისათვის აუცილებელია მაღალი მგრძობელობის მქონე ტესტირების მეთოდების, სტაბილური სკანირების ტექნოლოგიებისა და ინტელექტუალური მონაცემთა დამუშავების სისტემების განვითარება. სამომავლოდ, კვანტური მანქანათმცოდნეობის, ახალი მასალებისა და ტოპოლოგიური ფაზების ინტეგრაცია კიდევ უფრო გააუმჯობესებს კვანტური მოწყობილობების სიზუსტეს, საიმედოობასა და პრაქტიკულ გამოყენებას.

ლიტერატურა

1. Chapeau-Blondeau, François. **Quantum Information and Quantum Signal Processing**. Springer Nature Switzerland AG; 2026; ISBN-13: 9783032274984; UAK: 004.38; 530.145
2. Bergou, János A.; Hillery, Mark; Saffman, Mark. **Quantum Information Processing: Theory and Implementation**. Springer; 2021/2022; ISBN-13: 9783030754358; ISBN-10: 3030754359; UAK: 004.1 : 530.145
3. Djordjevic, Ivan B. **Quantum Information Processing, Quantum Computing, and Quantum Error Correction: An Engineering Approach**. Academic press; 2021; ISBN-13: 9780128219829; ISBN-10: 0128219823; UAK: 004.38 : 530.145
4. Cariolaro, Gianfranco. **Quantum Communications (Signals and Communication Technology)**. Springer; 2016; ISBN-13: 9783319343754; ISBN-10: 3319343750; UAK: 621.391 : 530.145
5. [Lecture 4: Purifications and fidelity](#).

A Comprehensive Analysis of Quantum Systems and the Significance of Quality Control

Marina Kurdadze¹, Givi Murjikneli²

¹Professor, Georgian Technical University, Head of the Academic Department of Digital Telecommunication Technologies. Tel.: +995 555 44 10 20, E-mail: m.kurdadaze@gtu.ge, ORCID: 0009-0001-2918-3328; ²Professor, Georgian Technical University, Academic Department of Digital Telecommunication Technologies. Tel.: +995 599 50 00 54, E-mail: g.murjikneli@gtu.ge, ORCID: 0009-0007-7781-6904

Abstract

The study of quantum systems represents one of the most important directions in modern Quantum Physics. Based on the principles of quantum mechanics, it is possible to conduct an in-depth investigation of microscopic processes, particle interactions, and quantum states. The detailed analysis of quantum systems relies on the application of fundamental concepts such as the Hamiltonian, wave function, fidelity function, and quantum evolution operators. These methods make it possible to determine the energy states, dynamics, and temporal evolution of a system.

In the detailed analysis of quantum systems, quality control is of particular importance because quantum systems are highly sensitive to external influences and noise. Quality control includes the evaluation of the accuracy, stability, and fidelity of quantum states, which is essential for ensuring the efficiency of quantum operations and the reliable transmission of information.

This paper discusses the main theoretical and practical aspects of quantum system analysis, the role of the Hamiltonian and fidelity function in the evaluation of quantum states, as well as quality control mechanisms.

The paper also examines the significance of detailed quantum system analysis and quality control in modern quantum technologies. Special attention is paid to quantum testing and quantum-level scanning devices used for monitoring qubit states, determining energy levels, and optimizing quantum systems. Fundamental principles of quantum physics — superposition, quantum entanglement, and energy discreteness — are also discussed. The paper presents the application of the density matrix, fidelity function, and Hamiltonian in the analysis of quantum states. In addition, spectroscopic methods, sensors based on Josephson Junction technology, and the control problems of multi-qubit systems are examined. Particular attention is devoted to reducing decoherence, noise, and temperature instability. The study demonstrates that quantum testing and scanning systems play a significant role in the development of quantum computers, quantum communication technologies, and advanced sensing systems.

Keywords: quantum systems, quantum testing, quantum level scanning, qubit, quantum entanglement, superposition, fidelity function, Hamiltonian, spectroscopy, decorrelation, quantum computer.