

**КВАНТ ТЕЛЕПОРТАЦИЯ ВА КВАНТ ЧИГАЛЛИК ҲАҚИДА НИМАЛАРНИ  
БИЛАМИЗ?****А.А. Махмудов***Тошкент давлат транспорт университети катта ўқитувчиси***А.М. Худайбергенов***доцент*

**Аннотация:** Ушбу мақолада физика фанига кириб келган квант телепортация квант чигаллик жараёнлари ҳақида фикр юритилади.

**Аннотация:** В этой статье обсуждаются процессы квантовой телепортации и квантовой запутанности в физике.

**Annotation:** This article discusses the processes of quantum teleportation and quantum entanglement in physics.

**Калит сўзлар:** телепортация, квант телепортация, Эйнштейн-Подольский-Розен парадокси, Давид Клишко, бифотонлар, бифотонлар жуфтлиги, Элис, Боб, Стивен.

**Ключевые слова:** телепортация, квантовая телепортация, парадокс Эйнштейна-Подольского-Розена, Давид Клишко, бифотоны, бифотонные пары, Алиса, Боб, Стивен.

**Key words:** teleportation, quantum teleportation, Einstein-Podolsky-Rosen paradox, David Klishko, biphotons, biphoton pairs, Alice, Bob, Steven.

Илм-фаннинг ривожланиши натижасида физика фанида телепортация ва квант чалкашлик ёки чигаллик тушунчалари пайдо бўлди. Ушбу тушунчалар кўпроқ микроолам физикасига, янада аниқроқ айтиладиган бўлса квант физикага оид тушунчалар ҳисобланади. Бу мақолада ана шу тушунчалардан бири-квант телепортация тушунчаси билан танишиб ўтамиз. Телепортация - объектларнинг исталган масофага бир лаҳзада ҳаракатланиш жараёнидир. Савол туғилади, бирор моддий объектни бир лаҳзада фазонинг бир нуқтасидан ихтиёрий масофадаги бошқа нуқтага ўтказиш мумкинми? Чунки бизнинг цивилизациямизда энергия етарли эмаску. Ушбу саволнинг жавоби ҳа, ўтказиш мумкин. Аммо ушбу фикрни инсон онги қабул қила олмайди, сабаби бундай бўлиши мумкин эмас. Агар телепортация амалга оширилса, нисбийлик назариясининг иккинчи постулати бузилади. Яна савол туғилади, у ҳолда телепортацияни қандай тушунтириш мумкин?

Замонавий фан моддий объектларнинг телепортациясини эмас, балки квант телепортациясини ўрганади. Ушбу иккала телепортация бир-бирига ўхшамайди. Бир пайтлар Эйнштейнга квант механикаси умуман ёқмасди. Умумий қилиб айтганда, квант механикаси коинотдаги энг кичик жисмлар, яъни атомлар, электронлар, фотонлар ва зарралар ҳақидаги фан ҳисобланади. Физикада Эйнштейн-Подольский-Розен парадокси мавжуд. Унинг маъноси шундаки, квант механикаси коинотнинг чекка қисмларидаги системаларга ўз ҳаракатларини бир зумда мувофиқлаштиришга

имкон беради. Бу қандай ишлайди? Буни тушунтириш учун спин векторларининг йўналиши ҳар хил бўлган иккита электронни олайлик. Биринчи электрон спининг йўналиши юқорига, иккинчисининг спини пастга йўналган ёки аксинча бўлган иккита шундай ҳолатни ҳосил қилиш мумкин. Агар бу электронлар бирдан маълум масофага узоқлаштирилса ва бу ҳолда спинларнинг йўналиши аниқланса, кўриш мумкинки, иккинчи электрон ҳам юқорига йўналган спинга эга бўлади. Биринчи электрондан иккинчи электронга маълумот ҳатто ёруғлик тезлигидан катта бўлган тезликда етиб келади.

80-йилларнинг охирида Москва давлат университетида квант телепортация бўйича биринчи тажрибалар ўтказилди. Унга Давид Клишко бош бўлди. У тажрибаларда бифотонлардан фойдаланишни таклиф қилди. Бифотонлар-бир-бири билан биргаликда яшовчи, битта кристаллдан туғилган икки фотон ёки ёруғлик квантларидан ташкил топган система ҳисобланади. Ушбу ҳолат электронлар ёки бифотонлар жуфтлигининг чалкаш ҳолатда бўлишига олиб келади. Бошқача қилиб айтилса, квант чалкашлик (чигаллик) содир бўлади.

"Квант чигаллик" тушунчаси квант механикаси тенгламаларидан келиб чиқадиган назарий фароздан пайдо бўлган. Бу шуни англатадики, агар иккита квант зарралари (улар электронлар, фотонлар бўлиши мумкин) ўзаро боғлиқ, яъни чалкаш бўлиб чиқса, у ҳолда улар коинотнинг турли қисмларида бир-бирдан ажратилган бўлса ҳам, улар ўртасидаги алоқа сақланиб қолади. Бу эса квант механикаси квант механикаси постулатларининг тўғрилигини исботлайди.

Агар жуфтликка кирган зарралар бир-бирдан маълум бир каттароқ масофага узоқлаштирилган бўлса ҳам уларнинг чигал ҳолатда қолиши муҳим аҳамият касб этади. Бундан шу нарса келиб чиқадики, квант механикаси постулатлари экспериментал тасдиқлаш нуқтаи-назаридан тўғри экан. Квант телепортацияни куйидагича тушунтириш мумкин. Тасаввур қилинг, Элис ва Боб бор, анъанавий равишда барча квант муаммоларида учрайдиган икки персонаж. Фароз қилайлик, Элиснинг юқорига йўналган спинли зарраси-электрони бўлсин, лекин Бобда эса ҳеч қандай зарра йўқ. Элис ҳақиқатан ҳам Бобнинг зарраси бўлишини жуда хоҳлайди. Чалкаш ҳолатларни ҳосил қиладиган генератор(машина) олинади. У ёрдамида иккита зарралар ҳосил қилиниб, уларнинг биттаси Элисга, иккинчиси эса Бобга жўнатилади. Элис эса ўзига келган зарра устида ўлчашларни амалга оширади ва натижани Бобга хабар қилади. Боб эса ўз заррасининг ҳолатини Элисдаги зарранинг бошланғич ҳолатидаги ҳолатга ўтказди. Ушбу ўлчашлар натижасида Элиснинг зарраси ўз ҳолатини ўзгартиради ва бошқа ҳолатга ўтали. Боб эса Элиснинг зарраси ҳолатини тиклаши мумкин.

Мана шундай нарса, эътибор берилса юқорида баён этилган жараён оддийдек кўринади. Лекин ундай эмас, ҳамма нарса анча мураккабдир. Бу ерда моддий объект эмас, балки унинг ҳолати узатилмоқда. Ушбу далил квант телепортацияни илмий-фантастик романларда учрайдиган классик телепортациядан ажратиб туради.

Биз классик физика амал қиладиган оламда яшайпмиз. Маълумки, квант қонунлари микрооламда амал қилади. Савол туғилади, қандай қилиб умумий нисбийлик назариясини квант механика билан бирлаштириш мумкин? Бу иш амалга ошиши учун улар бир постулатдан келиб чиқиши керак, лекин бунинг иложиси йўқ. Квант объектларида квант телепортацияси содир бўлади. Моддий объектларда эса бундай телепортация кузатилмайди, чунки моддий объектлар ва квант объектлари бир хил нарса эмас. Моддий объектлар маълум массага ва параметрларга эга. Квант зарралар, яъни квантлар электромагнит нурланишнинг бир қисмидир. Улар маълум энергияга эга ва ёруғлик тезлигига тенг бўлган тезликда ҳаракатланадилар. Уларнинг массаси йўқ.

Квант телепортация аввалги асрнинг 90-йилларнинг бошларида оптик тажрибалар ёрдамида намойиш қилинди. Бироз вақт ўтар-ўтмас 1993 йилда физик Чарльз Беннет бошчилигида IBM тадқиқот марказида биринчи тажрибалар амалга оширилди. Бунда атомлардан фойдаланган ҳолда квант зарралари кўринишидаги телепортация намойиш қилинди. 2020 йилда Ферми лабораториясининг американик олимлари оптик телепортацияни намойиш қилдилар, улар квант зарраларни оптик толали тармоқлар орқали 44 км масофага телепортация қилишди. Албатта, бу масофани, яъни квант корреляция масофасини иложи борича ошириш керак.

Ҳозирги даврда квант технологияларининг глобал тенденцияси-портловчи ривожланиш тенденцияси мавжуддир. Ушбу квант технологияларини ишлаб чиқишга бўлган қизиқиш, зарралар жуфтлигининг узоқ муддатли чигал ҳолатини олиш ва уни бошқариш имкониятига эга бўлиш истагига асосланади. Бу муаммо квант телепортацияси, квант алоқаси ҳамда компьютернинг квант ҳисоблашлари учун долзарб бўлган муаммодир. Квант телепортациясининг ривожланиши ҳарбий ва давлат хавфсизлик хизматларининг қизиқишини кучайтиради. Нима учун квант телепортацияси ва квант технологиялари ҳуқуқни муҳофаза қилиш органларини бунчалик қизиқтирди?

Улардан фойдаланиб, қуйидагиларни амалга ошириш мумкин: 1) шифрлаш кодларини бузиш; 2) ахборотларни эшитиш ёки эшитишни йўқ қилиш, яъни ахборотни ҳимоя қилиш; 3) ахборотни бошқалар умуман эшитмаслигини таъминловчи канални яратиш. Буларни амалга ошириш учун эса маълумот чигал ҳолатдаги фотонлар жуфтлиги орқали узатилиши зарур. Тахминан 5 йил олдин Хитойда ишлаб чиқилган Quantum Science Satallity QUESS лойиҳаси асосида биринчи сунъий йўлдош учирилди. Бундай сунъий йўлдошлар ўзлари учиб ўтган жойлардан маълумотни Ерга квант телепортацияси орқали узатади. Бу ҳолдаги квант телепортация оддий фотонлар жуфтлиги орқали амалга оширилади. Сунъий йўлдош ўзи учиб ўтган ердан ана шундай жуфтликларни юборади. Унда қуйидаги схема кўриб чиқилади: Элис Бобга бирор маълум маълумотни юборади. Ушбу маълумотни тинглаш ва билишни хоҳлаган Стивен учинчи шахс сифатида пайдо бўлади. Агар оддий алоқа мавжуд бўлса, Стивен Элис узатадиган маълумотни олиши ва тинглаши мумкин. Агар алоҳида олинган фотонлар юборилса, Стивен тутиб олиб, унинг

ҳолатини ўзгартириб, яна жараёнга қўйиб юборадиган ҳар бир фотонни Боб кузатиши мумкин бўлади,

Москва университетининг квант технологиялари марказида ривожланиб бораётган технология биринчи қадамдан сўнг Москва шаҳри доирасида ишлайдиган квант телефонини намойиш этди. Ушбу марказда квант технологияларини янада ривожлантириш учун катта куч ва маблағ сарфланади. Яна у ерда узок вақт яшайдиган квант чигал системаларни яратиш муаммоси ҳал қилинмоқда. Агар квант телепортацияси одатий ҳолга айланса ва мобил алоқа каби ҳаётга кириб келса, у келажакда ҳар бир инсоннинг ҳаётини белгилаб бериши мумкин бўлади. Бунинг натижасида инсонларнинг махфийлиги ва сирлари камроқ бўлади. Бу эса бошқача олам бўлади. Буни оддий инсонга қандай таъсир қилишини олдиндан айтиш қийин. Квант телепортациянинг ривожланиши моддий объектларнинг телепортацияси ғоясидан алоҳида бўлади. Инсон телепортациясини кутамизми? Бу ҳақида гапириш ҳали вақтлидир.

### Фойдаланилган адабиётлар:

1. А.М. Худайберганов, А.А. Махмудов. Атом физикаси, асосий тушунча, қонун, тажриба ва формулалар. Тошкент. Наврўз. 2018.
2. А.М. Худайберганов, А.А. Махмудов. Олий таълим муассасаларида умумий физиканинг “Шредингер тенгламаси” мавзусини ўқитиш бўйича методик қўлланма. / Методик қўлланма. –Тошкент, Зилол булоқ, 2019. –726.
3. P. Ewart. Atomic physics. Atomic physics lecture notes final. 1990.
4. Телепортация – от фантастики к реальности. Что такое квантовая телепортация и квантовая запутанность. <https://www.youtube.com/watch?v=yfdAE6Jl-2Y>.
5. А.А. Махмудов. Эрвин Шредингернинг илмий фаолияти қандай бўлган? // XXXXVI Международной научной –практической интернет-конференция. Тенденции и перспективы развития науки и образования в условиях глобализации. – Переяслав-Хмельницкий, 27 апреля 2019 года. –С.221-27.
6. А.А. Махмудов. Что должны знать студенты технических учебных заведений об атоме? // Молодежная наука: вызовы и перспективы. Материалы III Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. –Макеева, 8 апреля 2019 года. –С.140-45.
7. А.А. Махмудов, А.М. Худайберганов. Атом физикасининг “Резерфорд тажрибалари ва формуласи” мавзусини ўқитишда “Аукцион” дидактик ўйиндан фойдаланиш методикаси // Физиканинг ҳозирги замон таълимидаги ўрни. Республика илмий – амалий анжумани материаллари. –Самарқанд, 13-14- декабр 2019 йил. –Б.36-38.
8. А.А. Махмудов, А.М. Худайберганов. Известна ли нам революция, которую совершил Планк? // Молодежная наука: вызовы и перспективы. Материалы IV

Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. –Макеева, 6 апреля 2020 года. –С.106-10.

9. А.А. Махмудов, А.М. Худайбергенов. Роль дидактических игр при преподавании курса общей физики в высших учебных заведениях // Молодежная наука: вызовы и перспективы. Материалы V Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. –Макеева, 8 апреля 2021 года. –С.133-38.

10. А.А. Махмудов, А.М. Худайбергенов. Что надо понимать под термином “Квантование” в общей физике? // Молодежная наука: вызовы и перспективы. Материалы VI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. –Макеева, 14 апреля 2022 года. –С.103-10.

11. А.А. Махмудов. Умумий физика курси дарсларида «Физик суд» ва «Шахмат эстафетаси» дидактик ўйинларини ўтказиш методикаси// Ижодкор ўқитувчи илмий-услугий журнали. –Фарғона, 2022. – №19. –Б.582-86.

12. А.А. Махмудов. Олий таълим муассасаларида умумий физиканинг «Комптон эффекти» мавзусини педагогик технологиянинг «ФСМУ» ва «Венн диаграммалари» методларидан фойдаланиб ўқитиш.//Ижодкор ўқитувчи илмий-услугий журнали.– Фарғона, 2022. – №21. –Б.267-70.

13. А.А. Махмудов. Олий таълим муассасаларида умумий физиканинг "Водород атоми спектрлари ва улардаги қонуниятлар" мавзусини "Шартнома" дидактик ўйинидан фойдаланиб ўқитиш методикаси//Ижодкор ўқитувчи илмий-услугий журнали.– Фарғона, 2022. – №22. –Б.336-40.

14. А.А. Махмудов. Атом физикасининг «Квантлаш тушунчаси, доиравий орбиталарни квантлаш» мавзусини ўқитишда педагогик технологиянинг «БББ» методидан фойдаланиш методикаси//Ижодкор ўқитувчи илмий-услугий журнали. – Фарғона, 2022.– №23. –Б. 377-80.

15. А.А. Махмудов. Атом физикасининг «Рентген нурлари» мавзусини ўқитишда инновацион педагогик технологиянинг «БББ» методидан фойдаланиш методикаси// Ижодкор ўқитувчи илмий-услугий журнали. – Фарғона, 2022. – №24. –Б.313-16.

16. А.А. Махмудов, А.М. Худайбергенов. Атом физикасини «Водород атомининг Бор назарияси» мавзусининг ўқитиш методикасини такомиллаштиришда инновацион педагогик технология методлари ва дидактик ўйиндан фойдаланиш// International scientific-practical conference on "Modern education: problems and solutions". France. – Vol.1– No.5(2022). – P.126-32.

17. А.А. Makhmudov, А.М. Khudayberganov. Use of innovative technologies in improving the methodology of teaching the subject of atomic physics “Schrodinger's equation” in higher education institutions//United States American Conference “Principal issues of scientific research and modern education”. –Vol.1 –No.9(2022). –P.73 -77.

18. А.А. Makhmudov, А.М. Khudayberganov. Analysis of the level of coverage of topics expressing Bohr's theory of the hydrogen atom in educational literature// International

Scientific online conference “Innovative developments and research in education”. – Canada(Ottava). –Vol.1 –No.8(2022). –P. 85 -92.

19. A.A. Махмудов, А.М. Худайберганов. Мослик принципи хақида нималарни билишимиз керак? // Иждокор ўқитувчи илмий-услубий журнали. – Фарғона, 2023. – №25. –Б.118-22.

20. A.A. Махмудов, А.М. Худайберганов. Олий таълим муассасаларида атом физикасининг «Штарк эффекти» мавзусини ўқитишда инновацион педагогик технология методларидан фойдаланиш//Иждокор ўқитувчи илмий-услубий журнали. – Фарғона, 2023. – №25. –Б.123-25.

21. A.A. Makhmudov, A.M. Khudayberganov. What is the significance of conducting didactic games in teaching atomic physics courses in higher education // International journal of innovations in engineering research and technology. – VOLUME 7, ISSUE 6, June-2020. – P.116-20.

22. A.A. Makhmudov, A.M.Khudayberganov. What should a future physics teacher know about the history of the atom and its development? // Вестник науки и образование. – Иваново, 2018. –15(51), №5, С.74-78.

23. A.A. Махмудов. Методика преподавания темы «Опыты Резерфорда.

Формула Резерфорда» раздела атомной физики общего курса физики // Физическое образование в вузах. –Москва, 2018. – Т. 24, № 4, –С.113-21

24. A.A. Makhmudov, A.M. Khudayberganov. Creative lesson on the general course of physics on the topic "Photoelectric effect"//Journal of Advanced Research and Scientific Progress. –Germany.–Vol.1 – Issue 6 (2022). –P.56 -59.

25. A.A. Makhmudov, A.M. Khudayberganov. Creative lesson on the general course of physics on the topic "Compton effect"// International Journal of Novel Research in Advanced Sciences. –Germany. –Vol.1 –Issue 6 (2022). –P.141 -45.

26. A.A. Makhmudov, A.M. Khudayberganov. Creative lesson on the general course of physics on the topic "Rutherford's experiments and Rutherford's formula"// Current Research Journal of Pedagogics. –USA. – Vol.3 –Issue 12(2022). –P.31-35

27. A.A. Makhmudov, A.M. Khudayberganov. Methods of theoretical teaching the topic "Compton effect" of the section "Atomic physics" of the course of general physics in higher educational institutions// International Journal of Education, Social Science & Humanities. – Finland. –Vol.11 –Issue 1(2023). –P.123-31.

28. A.A. Makhmudov, A.M. Khudayberganov. Teaching methodology of the topic "Stark effect" of the section "Atomic physics" of the course of general physics in higher educational institutions//American Journal of Research . –USA. –Vol.1 –Issue 2(2023). – P.19-26.

29. A.A. Makhmudov, A.M. Khudayberganov. Methods of teaching the topic "Bohr's postulates" of the section "Atomic physics" of the course of general physics in higher educational institutions // European Journal of Innovation in Nonformal Education. – Belgium. –Vol.1 –Issue 2(2023). –P.29-38.

30. А.М. Худайберганов. Олий таълим муассасаларида ўқитиладиган умумий физика курсида ўтказиладиган дидактик ўйинларнинг аҳамияти нимадан иборат? Ижодкор ўқитувчи илмий-услубий журнали. 2022. №19. Б.572-77.

31. А.М. Худайберганов. Умумий физика курсидаги тўлқин функция тушунчасини киритишда эҳтимолий-статистик ғояларнинг роли. Ижодкор ўқитувчи илмий-услубий журнали. 2022. №21. Б.261-66.

32. А.М. Худайберганов. Квант атом физикасини тушунтиришда квант механик операторларнинг роли. Ижодкор ўқитувчи илмий-услубий журнали. 2022. №22. Б.331-35.

33. А.М. Худайберганов. Нильс Борнинг атом физикасининг ривожланишига қўшган ҳиссасини биласизми? Ижодкор ўқитувчи илмий-услубий журнали. 2022. №23. Б.373-77.

34. А.М. Худайберганов. “Олий таълим муассасаларида умумий физиканинг “Шредингер тенгламаси” мавзусини ўқитиш бўйича методик қўлланма” номли методик қўлланманинг мазмуни нимадан иборат? Ижодкор ўқитувчи илмий-услубий журнали. 2022. №24. Б.325-28.

35. Б. А. Мирсалихов, Ш.Н. Сайтджанов. Значение принципа организации в преподавании строения атома и ядра на основе междисциплинарных информационных технологий. Scientific aspects and trends in the field of scientific research. 1(4). 2022. 72-76.

36. Ш.Н. Сайтджанов, Ш.Б. Юсупов. Инновацион таълим технологиясини қўллаш орқали изчиллик принципини татбиқ этиш (физика-математика фанлари мисолида). Журнал физико-математические науки. 2022. 3(1).