

**АТОМ ФИЗИКАСИНИНГ “КВАНТ МЕХАНИК ОПЕРАТОРЛАР ҲАҚИДА ТУШУНЧА”
МАВЗУСИНИ ЎҚИТИШДА “БЛОК-СЎРОВ” МЕТОДИДАН
ФЙДАЛАНИШ МЕТОДИКАСИ**

А.А. Махмудов

Тошкент давлат транспорт университети катта профессор-ўқитувчиси

Аннотация: Ушбу мақолада “Квант механик операторлар ҳақида тушунча” мавзусини атом физика курсида “Блок-сўров” методидан фойдаланиш методикаси ҳақида фикр юритилади.

Калит сўзлар: квант, квант механика, квант механик оператор, тўлиқ энергия оператори, импульс квадрати оператори, кинетик энергия оператори, “Блок-сўров” методи.

Квант ва квант физика тушунчаларини физикага биринчи бўлиб ХХ аср бошида Макс Планк олиб кирди. Квант лотинча сўз бўлиб, “энг кичик миқдор” деган маънони англатади. Дискрет (узлукли) физик катталик ўзгариши мумкин бўлган энг кичик миқдорга квант дейилади. Шунингдек, қандайдир физик хоссаларни ташувчи заррага ҳам квант деб аталади. Квант физика квант объектлари ва ҳодисалари ҳамда уларнинг хоссалари ҳақидаги фан ҳисобланади. Квант объектлари дейилганда микроолам объектлари (зарралар, атомлар, ядролар ва ҳоказолар) тушунилса, квант ҳодисалари дейилганда эса микрооламда рўй берадиган ҳодисалар тушунилади. Квант физикада квант қонуниятлари ўринли бўлади.

Австрия физиги Э. Шредингер 1926 йилда квант механиканинг асосини ишлаб чиқди. Квант механика-квант объектларининг кўзатиладиган хоссаларини айтиб берадиган ва тушунтира оладиган тушунча, тасаввур ва формулалар системасидир. Квант объектлари классик физикада кўрилаётган шароитга боғлиқ равишда зарра ёки тўлқин кўринишида намоён бўлади. Бунда улар қисман хоссаларини йўқотади. Шунинг учун классик образлар, тушунчалар, фазо-вақт муносабатлари ва бошқалар квант объектларга қўлланилганида ўзларининг маъноларини йўқотадилар. Чунки классик образлар, тушунчалар, фазо-вақт муносабатлари ва бошқалар квант объектларга ўз маъноларида қўлланилиши керак.

Зарранинг тўлқин функцияси устида қандай математик амал бажарилишини кўрсатувчи математик символга квант механик оператор дейилади. Бу операторга қуйидагича ҳам таъриф бериш мумкин. $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ ўзгарувчиларга боғлиқ $\psi(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ функцияни худди шундай ўзгарувчиларга боғлиқ $\psi'(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ функция билан солиштирадиган математик символга квант механик оператор деб аталади.

Агар қуйидаги $i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = E\psi$ (аввалги параграфга қаранг) тенглик берилган

бўлса, унда квант механик оператор бу ифоданинг ўнг томонидаги тўлқин функцияни олдидаги кўпайтма шаклида келган физик катталикнинг оператори бўлади ва ўша физик катталик ҳарфи билан белгиланади. Ҳар қандай физик катталик операторининг тепасига пастга қараган синиқ чизиқ (“томча”) қўйилади. Юқоридаги дифференциал тенгламадан зарра тўлиқ энергия операторининг кўриниши $\hat{E} = i\hbar \frac{\partial}{\partial t}$ эканлигини аниқлаш мумкин. Координата оператори сифатида координатанинг ўзи олинади:

$$\hat{x} = x, \quad \hat{y} = y, \quad \hat{z} = z.$$

Координата операторининг зарра тўлқин функциясига таъсири ана шу координатанинг тўлқин функция кўпайтмасига тенг бўлади:

$$\hat{x}\psi = x\psi, \quad \hat{y}\psi = y\psi, \quad \hat{z}\psi = z\psi.$$

$T = \frac{p^2}{2m}$ га асосан зарранинг кинетик энергия операторини ҳосил қилиш

мумкин:

$$\hat{T} = \frac{\hat{p}^2}{2m} = -\frac{\hbar^2}{2m} \Delta.$$

Бу ерда $\hat{p}^2 = -\hbar^2 \Delta$ зарра импульси квадрати оператори ҳисобланади.

Ана шундай операторлар ва уларнинг хоссалари тўғрисида талабаларга маълумот бериш учун инновацион педагогик технологиянинг методларини қўллаш мумкин. Шундай методлардан бири “Блок-сўров” методидир. Шу методнинг мазмунини қуйидагидан иборат бўлади.

Методнинг моҳияти. Ушбу метод ўтилган бир мавзу ёки бўлим бўйича маърузада эгалланган билимларни талабалар томонидан мустақил равишда мустаҳкамлаш, такрорлаш ва баҳолашларига имконият яратиш ва барча талабаларни илмий-назарий ҳамда амалий жиҳатдан билимлари ва кўйикмаларини баҳолай олишга йўналтирилган.

Методнинг мақсади. Талабаларни маърузада ўтилган мавзунини эгалланганлиги ва мавзунини ўзлаштириб олинганлик даражаларини аниқлаш, шу орқали эгалланган билим, кўникма ва малакаларини ўзлари текшириб, мустақил равишда ўзларининг билим даражаларини баҳолай олиш, шунингдек, ўз билимларини бир тизимга солишга ўргатиш.

Методнинг қўлланиши: амалий машғулотларнинг барча турларида ўтилган мавзунини ўзлаштирилганлик даражасини такрорлаш, мустаҳкамлаш баҳолаш ёки оралиқ ва якуний назорат ўтказиш учун мўлжалланган.

Машғулотга керакли воситалар: тарқатма материаллар: маъруза матни,

дарслик, мавзуга оид қўшимча маълумотлар, жадваллар, расм, плакатлар ва бошқалар; талабаларнинг маъруза конспектлари; тақдимот-слайдлар ва бошқа воситалар.

Изоҳ: режа бўйича белгиланган мавзу асосида ҳамда профессор-ўқитувчининг қўйган мақсади (текшириш, мустахкамлаш, баҳолаш)га мос тайёрланган тарқатма материаллар тайёрланади.

Машғулоти

ўтказиш

тартиби:

1) профессор-ўқитувчи ўқув гуруҳини машғулоти мавзуси, мақсади ҳамда уни ўтказиш тартиби ва талаблари билан таништиради;

2) профессор-ўқитувчи ўқув гуруҳини 4 та кичик гуруҳларга бўлади ва профессор-ўқитувчи томонидан берилган топшириққа ҳар бир гуруҳ аъзосининг фаол иштироки талаб этилишини тушунтиради;

3) профессор-ўқитувчи 4 та гуруҳнинг ҳар бирига алоҳида топшириқларни беради ва уларни бажаришга керакли бўлган тавсияларни тушунтиради (топшириқларни гуруҳлар ихтиёрий равишда ўзлари танлаб олишлари ёки профессор-ўқитувчи ўзи уларни топшириши мумкин):

1-гуруҳ **“Ахборотчилар”** - маъруза мазмунидан келиб чиқиб назарий билимлар ҳақида маълумот бериш.

2-гуруҳ **“Ижодкорлар”** - маъруза мазмуни асосида амалиётдан ҳаётий мисоллар келтириш.

3-гуруҳ **“Коррекциячилар”** - профессор-ўқитувчи вазифасини бажариш, аниқлаштириш, маълумотни тўлдириш ва айтилган фикрларга яқун яшаш.

4-гуруҳ **“Экспертлар”** - жадвал асосида барча гуруҳларнинг жавобларини ҳамда фаолиятларини баҳолаш;

4) профессор-ўқитувчи кичик гуруҳларга берилган вазифани бажариш бўйича келишиб олишлари ва тайёргарлик кўришлари учун вақт беради;

5) гуруҳлар тайёргарлиги тугагач, профессор-ўқитувчи 1-гуруҳга сўз беради;

6) 1-гуруҳ аъзолари ўтилган маъруза мазмунидан келиб чиқиб эгалланган назарий билимлар ҳақида, иложи борича, тўлиқроқ ахборот берадилар (ахборотни берилишида ҳар бир гуруҳ аъзоси иштирок этиши керак);

7) 2-гуруҳ аъзолари 1-гуруҳ аъзолари томонидан берилган назарий билимлар ҳақидаги ахборотни диққат билан тинглаб, уни амалиёт билан боғлаб, амалиётдан аниқ ҳаётий мисоллар келтирадилар, яъни ҳаётда ушбу ахборотда айтилган фикрлар қаерларда қандай ишлатилиши мумкинлигини аниқ ҳаётий мисоллар орқали тушунтирадилар;

8) 3-гуруҳ аъзолари профессор-ўқитувчи ролида бўлиб ҳар иккала гуруҳ, аъзолири берган маълумотларга аниқлик киритадилар ва тўлдирадилар, нотўғри жойларини тузатадилар, гуруҳлар ишини яқунлайдилар;

9) 4-гурӯҳ аъзолари эса алоҳида тузилган баҳолаш жараёнида барча гуруҳлар фаолияти ва маъруза мазмуни бўйича берган маълумотлар, келтирилган амалий ҳаётий мисоллари, тўлдиришлари, ўзгартиришларига белгиланган баҳолаш меъёри асосида гуруҳларни (ёки гуруҳ аъзоларини) баҳолайдилар.

Изоҳ: ушбу интерфаол метод бир мавзунини тўлиқ такрорлаш, мустақамлаш, баҳолаш учун ишлатилиши мумкин, ёки семинар машғулотида берилган ҳар бир саволни алоҳида-алоҳида кўриб чиқиши мумкин. Агар шундай бўлса, у саволда бир саволни юқоридаги тартибда муҳокама қилиб, баҳолаб бўлингач, гуруҳларнинг вазифалари (роллари) алмаштирилади, сўнгра мавзунинг иккинчи саволи муҳокама қилинади ҳамда баҳоланади. Мавзу саволлари сони ва машғулотга ажратилган вақтга қараб, профессор-ўқитувчи гуруҳларнинг вазифаларини (ролларини) алмаштириб боради. Профессор-ўқитувчининг ушбу интерфаол методни қўллашдаги асосий ҳаракати машғулотда ҳар бир талабанинг иштирокини таъминлашдан иборат бўлади.

10) гуруҳлар томонидан барча вазифалар тўлиқ бажарилгач, профессор-ўқитувчи ўз фикрини билдиради, гуруҳлар фаолиятига, ишларига баҳо беради, машғулотга яқун ясайди, экспертлар гуруҳи томонидан қўйилган баҳолар (баллар) ни тегишли ҳужжатга қўяди.

Атом физикасининг “Квант механик операторлар ҳақида тушунча” мавзусига оид профессор-ўқитувчининг қўйган мақсадига мос тайёрланган тарқатма материалларнинг кўриниши қуйидагича бўлиши мумкин:

Назарий саволлар

1) Нима учун квант физика пайдо бўлди? 2) Квант деганда нима тушунилади? 3) Квант объектлари нима? 4) Квант физика дейилганда нима тушунилади? 5) Унинг классик физикадан фарқи нимада? 6) Квант механика нима? 7) Планк ғоясининг Шредингер ғоясидан фарқи нимада? 8) Стационар ва ностационар Шредингер тенгламаларининг фарқи нимада? 9) Нима учун квант механик операторлар киритилади? 10) Квант механик оператор деб нимага айтилади? 11) Зарра импульси проекциялари операторлари қандай пайдо бўлади? 12) Зарра импульси проекциялари операторлари қандай пайдо бўлади? 13) Квант механик операторларининг хоссаларини санаб беринг; 14) Қандай операторлар коммутатив операторлар дейилади? 15) Гамильтон оператори нима? 16) Шредингер тенгласининг оператор кўриниши қандай?

Тестлар

1. Квант объектларининг кузатиладиган хоссаларини айтиб берадиган ва тушунтира оладиган тушунча, тасаввур ва формулалар системасига.....дейилади.

А) квант физика. В) квант механика. С) атом физикаси. D) барча жавоблар тўғри.

2. Баъзи ўзгарувчиларга боғлиқ функцияни худди шундай ўзгарувчиларга боғлиқ функция билан солиштирадиган математик символ.....дир.

А) квант механик оператор. В) физик оператор. С) математик оператор. D) тўғри жавоб йўқ.

3. Тошкент давлат педагогика университетининг физика-математика факультети студентидан “Физика ва уни ўқитиш методикаси” кафедраси доценти атом физикасидан оралиқ назоратда оператор шаклидаги Шредингер тенгламасини ёзиб беришини сўради. Студент қайси жавобни танлаган бўларди?

$$A) \hat{U}\psi = E\psi. B) \hat{T}\psi = T\psi. C) \hat{E}\psi = E\psi. D) \hat{H}\psi = U\psi.$$

Масалалар

1. m массали зарра бир ўлчамли тўғри бурчакли потенциал ўрада ҳаракатланмоқда ($0 < x < l$). Зарра энергиясининг хусусий қийматлари топилсин.

2. m массали зарра бир ўлчамли тўғри бурчакли потенциал ўрада ҳаракатланмоқда ($0 < x < l$). Зарранинг нормаллашган хусусий функциялари топилсин.

3. m массали зарра бир ўлчамли тўғри бурчакли потенциал ўрада ҳаракатланмоқда ($0 < x < l$). Зарранинг $\frac{l}{3} < x < \frac{2l}{3}$ соҳада бўлиш эҳтимоли топилсин.

4. m массали зарра бир ўлчамли тўғри бурчакли потенциал ўрада ҳаракатланмоқда ($0 < x < l$). Зарранинг $(E, E + dE)$ оралиқдаги энергетик сатҳлар сони топилсин.

Ушбу мавзунини шундай баён қилиш ҳамда бунда инновацион педагогик технологиянинг методларини қўллаш талабаларнинг шу мавзунини ўрганишга бўлган қизиқишларини орттиради. Бу мавзу бўйича билим, кўникма ва малакалар ҳосил қилади. Шунингдек, талабаларнинг ушбу мавзу бўйича креатив фикрлаш қобилиятларини ривожлантиради.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Худайбергандов А. М., Махмудов А. А. Атом физикаси, асосий тушунча, қонун, тажриба ва формулалар. Тошкент. Наврўз. – 2018.

2. Р. Ишмухамедов, М. Юлдашев. Таълим ва тарбияда инновацион педагогик технологиялар. Т.; 2013. Б.280.

3. Худайбергандов, А. М., & Махмудов, А. А. Олий таълим муассасаларида умумий физиканинг “Шредингер тенгламаси” мавзусини ўқитиш бўйича методик қўлланма. Тошкент. Зилол булоқ. -2019. Б.72

4. Худайбергандов, А. М. (2022). «ОЛИЙ ТАЪЛИМ МУАССАСАЛАРИДА УМУМИЙ ФИЗИКАНИНГ «ШРЕДИНГЕР ТЕНГЛАМАСИ» МАВЗУСИНИ ЎҚИТИШ БЎЙИЧА МЕТОДИК

ҚЎЛЛАНМА» НОМЛИ МЕТОДИК ҚЎЛЛАНМАНИНГ МАЗМУНИ НИМАДАН ИБОРАТ?. *IJODKOR O'QITUVCHI*, 2(24), 314-316.

5. Худайберганов, А. М. (2022). Квант атом физикасини тушунтиришда квант механик операторларнинг роли. *Ijodkor O'qituvchi*, 2(22), 321-325.

6. Makhmudov, A. A., & Khudayberganov, A. M. (2023). Creative Lesson on the General Course of Physics on the Topic" Schrödinger Equation". *International Journal of Formal Education*, 2(3), 128-138.

7. Махмудов, А. А. (2019). ОЛИЙ ЎҚУВ УМУМИЙ ФИЗИКАНИНГ "АТОМ МОДЕЛЛАРИ" МАВЗУСИНИ МАЪРУЗА ДАРСЛАРИДА ЎҚИТИШ МЕТОДИКАСИ. *ILIM ham JAMIYET. №3*, 86-94.

8. Махмудов, А. А. (2023). Атом физикасининг «Резерфорд тажрибаси ва формуласи» мавзусини ўқитишда **КБИ (кузатиш, баҳслашиш, ишонтириш) методи ёки технологиясидан фойдаланиш методикаси** // *IJODKOR O'QITUVCHI*, 3(32), 159-168.

9. Худайберганов, А. М. (2023). Атом физикасининг «Комптон эффекти» мавзусини ўқитишда инновацион педагогик технологиянинг «Резюме» **методидан фойдаланиш** // *IJODKOR O'QITUVCHI*, 3(32), 169-178.

10. Худайберганов, А. М. (2018). Преимущество при изучении энергетических спектров атомов и закономерности в атомных спектрах в квантовой теории. *Физическое образование в ВУЗах*, 24(4), 67-74.

11. Makhmudov, A. A., & Khudayberganov, A. M. (2022). Analysis of the level of coverage of topics expressing Bohr's theory of the hydrogen atom in educational literature. *Studies in Economics and Education in the Modern World*, 1(9).

12. Makhmudov, A. A., & Khudayberganov, A. M. (2022). Creative lesson on the general course of physics on the topic" Compton effect". *Vital Annex: International Journal of Novel Research in Advanced Sciences*, 1(6), 140-145.

13. Makhmudov, A. A., & Khudayberganov, A. M. (2022). Use of innovative technologies in improving the methodology of teaching the subject of atomic physics" Schrödinger's equation" in higher education institutions. *PRINCIPAL ISSUES OF SCIENTIFIC RESEARCH AND MODERN EDUCATION*, 1(9).

14. Худайберганов, А. М. (2022). НИЛЬС БОРНИНГ АТОМ ФИЗИКАСИНИНГ РИВОЖЛАНИШИГА ҚЎШГАН ҲИССАСИНИ БИЛАСИЗМИ?. *IJODKOR O'QITUVCHI*, 2(23), 363-366.

15. Махмудов, А. А., & Худайберганов, А. М. (2022). Олий таълим муассасаларида атом физикасининг «Штарк эффекти» мавзусини ўқитишда инновацион педагогик технология методларидан фойдаланиш. *Ijodkor O'qituvchi*, 3(25), 116-118.

16. Махмудов, А. А., & Худайберганов, А. М. (2022, December). Атом физикасини «Водород атомининг Бор назарияси» мавзусининг ўқитиш методикасини такомиллаштиришда инновацион педагогик технология методлари ва дидактик

ўйиндан фойдаланиш. In *International scientific-practical conference on" Modern education: problems and solutions"* (Vol. 1, No. 6).

17. Худайберганов, А. М. (2022). УМУМИЙ ФИЗИКА КУРСИДАГИ ТЎЛҚИН ФУНКЦИЯ ТУШУНЧАСИНИ КИРИТИШДА ЭҲТИМОЛИЙ-СТАТИСТИК ҲОЯЛАРИНИНГ РОЛИ. *IJODKOR O'QITUVCHI*, 2(22), 311-316.

18. Худайберганов, А. М. (2022). ОЛИЙ ТАЪЛИМ МУАССАСАЛАРИДА ЎҚИТИЛАДИГАН УМУМИЙ ФИЗИКА КУРСИДА ЎТКАЗИЛАДИГАН ДИДАКТИК ЎЙИНЛАРНИНГ АҲАМИЯТИ НИМАДАН ИБОРАТ?. *Ijodkor O'qituvchi*, 2(19), 562-566.

19. Махмудов, А. А., & Худайберганов, А. М. МОСЛИК ПРИНЦИПИ ҲАҚИДА НИМАЛАРНИ БИЛИШИМИЗ КЕРАК? // *IJODKOR O'QITUVCHI*, 3(25), 111-115.

20. Makhmudov, A. A., & Khudayberganov, A. M. (2018). WHAT SHOULD A FUTURE PHYSICS TEACHER KNOW ABOUT THE HISTORY OF THE ATOM AND ITS DEVELOPMENT?. *Вестник науки и образования*, (15-1), 74-78.

21. Makhmudov, A. A., & Khudayberganov, A. M. (2022). Creative Lesson on the General Course of Physics on the Topic" Photoelectric Effect". *Pioneer: Journal of Advanced Research and Scientific Progress*, 1(6), 56-59.

22. Makhmudov, A. A., & Khudayberganov, A. M. (2023). Methods of theoretical teaching the topic" Compton effect" of the section" Atomic physics" of the course of general physics in higher educational institutions. *Finland International Scientific Journal of Education, Social Science & Humanities*, 11(1), 123-131.

23. Makhmudov, A. A., & Khudayberganov, A. M. (2023). 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*, 1(2), 19-26.

24. Makhmudov, A. A., & Khudayberganov, A. M. CREATIVE LESSON ON THE GENERAL COURSE OF PHYSICS ON THE TOPIC" RUTHERFORD'S EXPERIMENTS AND RUTHERFORD'S FORMULA. *CURRENT RESEARCH JOURNAL OF PEDAGOGICS*, 3(12), 31-35.

25. Махмудов, А. А., & Худайберганов, А. М. (2022, April). Что надо понимать под термином “Квантование” в общей физике. In *Молодежная наука: вызовы и перспективы. Материалы VI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых.–Макеева* (Vol. 14, pp. 103-10).

26. Махмудов, А. А. О., & Худайберганов, А. М. (2020). Известна ли нам революция, которую совершил Планк. *DO WE KNOW THE REVOLUTION THAT PLANCK MADE, M75 Молодежная наука: вызовы и перспективы: материалы*, 106-10.

27. Махмудов, А. А., & Худайберганов, А. М. (2021, April). Роль дидактических игр при преподавании курса общей физики в высших учебных заведениях. In *Молодежная наука: вызовы и перспективы. Материалы V Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых.–Макеева* (Vol. 8, pp. 133-38).

28. Makhmudov, A. A., & Khudayberganov, A. M. (2023). 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*, 3(2), 1-8.

29. Махмудов, А. А., & Худайбергганов, А. М. (2023). КВАНТ ТЕЛЕПОРТАЦИЯ ВА КВАНТ ЧИГАЛЛИК ҲАҚИДА НИМАЛАРНИ БИЛАМИЗ?. *IJODKOR O'QITUVCHI*, 3(26), 229-235.

30. Махмудов, А. А., & Худайбергганов, А. М. (2023). ОЛИЙ ТАЪЛИМ МУАССАСАЛАРИДА «АТОМ ФИЗИКАСИ» БЎЛИМИНИНГ «ФРАНК-ГЕРЦ ТАЖРИБАЛАРИ» МАВЗУСИНИНГ ЎҚИТИШ МЕТОДИКАСИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ. *IJODKOR O'QITUVCHI*, 3(26), 236-242.

31. MAKHMUDOV, A. A. O., & KHUDAUBERGANOV, A. M. 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*, 7(06), 116-120.

32. Махмудов, А. А., & Худайбергганов, А. М. (2023). Умумий физиканинг «Атом физикаси» бўлимига оид бўлган «Фотоэффект» мавзусини ўқитишга доир технологик харита тузиш методикаси. *PEDAGOG*, 6(2), 502-508.

33. Худайбергганов, А. М., & Махмудов, А. А. (2019). Атом физикасининг “Резерфорд тажрибалари ва формуласи” мавзусини ўқитишда “Аукцион” дидактик ўйиндан фойдаланиш методикаси. *Физиканинг замонавий таълимдаги ўрни” мавзусидаги республика илмий-амалий анжумани материаллари. Самарқанд*, 36-38.

34. Махмудов, А. А., & Худайбергганов, А. М. (2023). Умумий физиканинг «Атом физикаси» бўлимига оид бўлган «Комптон эффекти» мавзусини ўқитишга доир технологик харита тузиш методикаси. *PEDAGOG*, 6(3), 341-349.

35. Махмудов, А. А., & Худайбергганов, А. М. (2023). ЭЙНШТЕЙН-ПОДОЛЬСКИЙ-РОЗЕН ПАРАДОКСИНИНГ МАЗМУНИ ҚАНДАЙ?. *IJODKOR O'QITUVCHI*, 3(27), 90-96.

36. Махмудов, А. А., & Худайбергганов, А. М. (2023). «АТОМ ФИЗИКАСИ, АСОСИЙ ТУШУНЧА, ҚОНУН, ТАЖРИБА ВА ФОРМУЛАЛАР» ЎҚУВ ҚЎЛЛАНМАСИНИНГ МАЗМУНИ НИМАДАН ИБОРАТ?. *IJODKOR O'QITUVCHI*, 3(27), 97-102.

37. Makhmudov, A. A., & Khudayberganov, A. M. (2023). Methods of teaching the topic of the section of atomic physics" Particle spin" in higher educational institutions. In *1st International Scientific Conference" Modern Materials Science: Topical Issue, Achievements and Innovations* (pp. 125-32).

38. Махмудов, А. А., & Худайбергганов, А. М. (2023). АТОМ ФИЗИКАСИ КУРСИДА “БИР ЖИНСЛИ МУҲИТДА ТАРҚАЛАЁТГАН ЯССИ МОНОХРОМАТИК ТЎЛҚИН ВА УНИНГ ТЕНГЛАМАСИ” МАВЗУСИНИ НАЗАРИЙ ЎҚИТИШ МЕТОДИКАСИ. *IJODKOR O'QITUVCHI*, 3(28), 243-249.

39. Махмудов, А. А., & Худайбергганов, А. М. (2023). Белл Теоремаси (Тенгсизликлари) Нинг Мазмуни Нимадан Иборат. *Ijodkor O'qituvchi*, 3(28), 235-242.

40. Худайбергганов, А. М., & Махмудов, А. А. (2020). Олий ўқув юртларида умумий физиканинг “Фотоэффект” мавзусини ўқитиш методикасини

такимлаштириш. *Физика фанининг ривожиди истеъдодли ёшларнинг ўрни РИАК-ХIII-2020 Республика илмий анжумани материаллари. Тошкент, 355-59.*

41. Худайбергенов, А. М. (2020). Техник олий ўқув юртларининг умумий физикага оид ўқув адабиётларида атом тузилиши, моделлари ва Бор назарияси мавзулари қандай ёритилган? // *Ўзбекистонда илмий-амалий тадқиқотлар" мавзусидаги республика 16-кўп тармоқли илмий масофавий онлайн конференция тўплами, 95-97.*

42. Худайбергенов, А. М. (2020). Олий ўқув юртларининг умумий физикага оид ўқув адабиётларида ёруғлик квантларига доир мавзулар қандай ёритилган? // *Ўзбекистонда илмий-амалий тадқиқотлар" мавзусидаги республика 16-кўп тармоқли илмий масофавий онлайн конференция тўплами, 91-95.*

43. Худайбергенов, А. М. (2019). Педагогик технологиянинг “Қарорлар шажараси” методидан фойдаланиб, “Шредингер тенгламаси” мавзусини олий ўқув юртларининг умумий физика курсида ўқитиш методикаси // *Тошкент шаҳридаги Турин политехника университети ахборотномаси, 2, 173-76.*

44. Makhmudov, A. A., & Khudayberganov, A. M. (2018). The use of the interdisciplinary connection between physics and mathematics in explaining the elements of quantum mechanics in the course of general physics for students of students of higher educational institutions // *XXXVI Международной научной –практической интернет-конференция. Тенденции и перспективы развития науки и образования в условиях глобализации. – Переяслав-Хмельницкий. 247-51*

45. Худайбергенов, А. М., & Махмудов, А. А. (2018). Умумий физика курсидан масалалар ечиш учун методик қўлланма. *Тошкент. Тошкент ислом университети матбаа нашриёти. Б.64*

46. Худайбергенов, А. М., & Махмудов, А. А. (2018). Зарраининг спини” деганда нимани тушуниш керак // *Физика, математика ва информатика илмий-услугий журнали, 5, 85-91.*

47. Худайбергенов, А. М. (2018). Физика ўқитувчиси физика ўргатиш методикасининг асосий тушунчалари ҳақида нималарни билиши зарур // *Физика, математика ва информатика илмий-услугий журнали, 3, 33-39.*

48. Худайбергенов, А. М. (2019). Водород атомининг физик назарияси” мавзусини ўқитишдаги ўзвийликни таъминловчи мавзулар анализи. // *XXXXIII Международной научной –практической интернет-конференция. Тенденции и перспективы развития науки и образования в условиях глобализации. 410-13.*

49. Makhmudov, A. A., & Khudayberganov, A. M. (2018). The method of forming the concept of “spin particle” in students of higher educational intuitions // *XXXVII Международной научной –практической интернет-конференция. Тенденции и перспективы развития науки и образования в условиях глобализации. – Переяслав-Хмельницкий. 115-17.*

50. Худайбергенов, А. М. (2020, May). Педагогик технологиянинг “БББ” методидан фойдаланиб, атом физикасининг “Бор постулатлари” мавзусини олий ўқув юртларида ўқитиш методикаси. In *Олий таълим сифатини такомиллаштиришда инновацион ҳамкорликнинг долзарб масалалари* мавзусидаги халқаро онлайн конференция материаллари. Навоий (Vol. 27, pp. 456-58).
51. Худайбергенов, А. М. (2019). Эрвин Шредингер ҳаёти ҳақида нима биламиз?. // XXXXVI Международной научной –практической интернет-конференция. Тенденции и перспективы развития науки и образования в условиях глобализации. – Переяслав-Хмельницкий, 27 апреля 2019 года. –С.261-65.
52. Махмудов, А. А., & Худайбергенов, А. М. (2023). АТОМ ФИЗИКАСИНИНГ «ФОТОЭФФЕКТ» Мавзусини Ўқитишда Инновацион Педагогик Технологиянинг «Зинама-Зина» Методидан Фойдаланиш. *PEDAGOG*, 6(4), 441-449.
53. Худайбергенов, А. М. (2023). КВАНТ МЕХАНИКАНИНГ НОЛИНЧИ ПОСТУЛАТИНИ МАЪНОСИ НИМАДАН ИБОРАТ?. *IJODKOR O'QITUVCHI*, 3(29), 250-257.
54. Khudayberganov, A. M. (2023). Methodology for applying the method of innovative pedagogical technology" Three by Four" in teaching the topic" Compton Effect" of the course of atomic physics. *WEB OF SYNERGY: International Interdisciplinary Research Journal*, 2(5), 5-12.
55. Худайбергенов, А. М. (2023). Атом физикасининг «Тўлқин пакет» мавзусини ўқитишда инновацион педагогик технологиянинг учга тўрт («3x4») технологияси (методи) дан фойдаланиш. *PEDAGOG*, 6(5), 411-420.
56. Худайбергенов, А. М. (2023). ПРИМЕНЕНИЕ ДИДАКТИЧЕСКОЙ ИГРЫ «НАЙТИ ПРОДОЛЖЕНИЕ» ПРИ ИЗЛОЖЕНИИ ТЕМЫ «ЗАКОНОМЕРНОСТИ В АТОМНЫХ СПЕКТРАХ АТОМА ВОДОРОДА. КВАНТОВАНИЕ ОРБИТ» КУРСА АТОМНОЙ ФИЗИКИ. *Новости образования: исследование в XXI веке*, 1(10), 1194-1201.
57. Худайбергенов, А. М. (2023). АТОМ ФИЗИКАСИНИНГ «ГЕЙЗЕНБЕРГ ТЕНГСИЗЛИКЛАРИ (НОАНИҚЛИК МУНОСАБАТЛАРИ)» МАВЗУСИНИ ЎҚИТИШДА ИННОВАЦИОН ПЕДАГОГИК ТЕХНОЛОГИЯНИНГ «АССЕССМЕНТ» ТЕХНИКАСИ МЕТОДИДАН ФОЙДАЛАНИШ. *IJODKOR O'QITUVCHI*, 3(30), 443-453.
58. Махмудов, А. А. (2018). Методика преподавания темы «Опыты Резерфорда. Формула Резерфорда» раздела атомной физики общего курса физики. *Физическое образование в вузах*, 24(4), 113-21.
59. Махмудов, А. А. (2022). Атом физикасининг «Рентген нурлари» мавзусини ўқитишда инновацион педагогик технологиянинг «БББ» методидан фойдаланиш методикаси. *Ijodkor O'qituvchi*, 2(24), 302-305.
60. Махмудов, А. А. (2022). Атом Физикасининг «Квантлаш Тушунчаси. Доиравий Орбиталарни Квантлаш» Мавзусини Ўқитишда Педагогик Технологиянинг «Ббб» Методидан Фойдаланиш Методикаси. *Ijodkor O'qituvchi*, 2(23), 367-370.
61. Махмудов, А. А. (2022). Олий Таълим Муассасаларида Умумий Физиканинг “Водород Атоми Спектрлари Ва Улардаги Қонуниятлар” Мавзусини “Шартнома”

Дидактик Ўйинидан Фойдаланиб Ўқитиш Методикаси. *Ijodkor O'qituvchi*, 2(22), 243-246.

62. Махмудов, А. А. (2022). Умумий физика курси дарсларида «Физик суд» ва «Шахмат эстафетаси» дидактик ўйинларини ўтказиш методикаси. *Ijodkor O'qituvchi*, 2(19), 572-575.

63. Махмудов, А. А. (2019). 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.

64. Махмудов, А. А. (2022). ОЛИЙ ТАЪЛИМ МУАССАСАЛАРИДА УМУМИЙ ФИЗИКАНИНГ “КОМПТОН ЭФФЕКТИ” МАВЗУСИНИ ПЕДАГОГИК ТЕХНОЛОГИЯНИНГ “ФСМУ” ВА “ВЕНН ДИАГРАММАЛАРИ” МЕТОДЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИБ ЎҚИТИШ. *IJODKOR O'QITUVCHI*, 2(21), 51-54.

65. Махмудов, А. А. (2021). ОЛИЙ ЎҚУВ ЮРТЛАРИНИНГ АТОМ ФИЗИКА КУРСИДАГИ “ТАШҚИ ФОТОЭФФЕКТ” МАВЗУСИНИ ИННОВАЦИОН ТЕХНОЛОГИЯЛАРДАН ФОЙДАЛАНИБ ЎҚИТИШ МЕТОДИКАСИ. *Журнал Физико-математические науки*, 2(1).

66. Махмудов, А. А. (2019, April). Что должны знать студенты технических учебных заведений об атоме. In *Молодежная наука: вызовы и перспективы. Материалы III Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых.*–Макеева (Vol. 8, pp. 140-45).

67. Махмудов, А. А. (2023). АТОМ ФИЗИКАСИНИНГ “ЛУИ ДЕ-БРОЙЛЬ ГИПОТЕЗАСИ” МАВЗУСИНИНГ ЎҚИТИШ МЕТОДИКАСИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШДА ИННОВАЦИОН ПЕДАГОГИК ТЕХНОЛОГИЯНИНГ “МУАММО” МЕТОДИДАН ФОЙДАЛАНИШ. *IJODKOR O'QITUVCHI*, 3(30), 433-442.

68. Махмудов, А. А. (2023). Атом физикасининг “Резерфорд тажрибаси ва формуласи” мавзуси учун технологик харита тузиш методикаси. *PEDAGOG*, 6(5), 421-32.

69. Махмудов, А. А. (2023). Атом физикасининг “Луи де-Бройль гипотезаси” мавзусининг ўқитиш методикасини такомиллаштиришда инновацион педагогик технологиянинг “Муаммо” методидан фойдаланиш. *IJODKOR O'QITUVCHI*, 3(30), 433-42.

70. Makhmudov, A. A. (2023). Application of the method of the "Assessment" technique when studying the topic "Schrödinger Equation" of the course of atomic physics. *Pioneer: Journal of Advanced Research and Scientific Progress*, 2(5), 9-16.