



TENZOMETRIK TADQIQOTLAR ISTIQBOLLARI

**Siddiqov Rustamjon
O'ktamovich**

**(TDTU Qo'qon filiali katta o'qituvchisi)
tel:+9980905093943)**

Annotatsiya

Ushbu maqolada tenzometrik tadqiqotlarning hozirgi kundagi holati va istiqbollari yoritilgan bo'lib, bunda tenzometrik tadqiqotlarning texnika taraqqiyotida tutgan o'rniga ham alohida e'tibor berilgan.

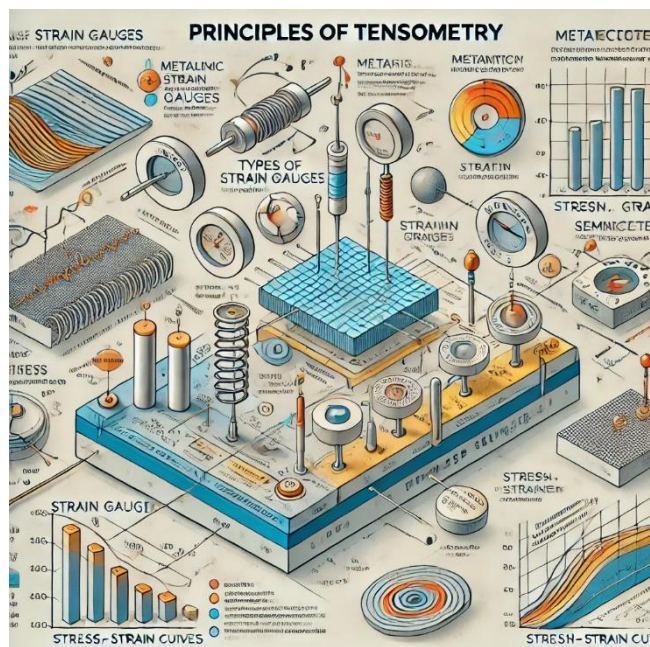
Kalit so'z

tenzometriya, mexanik deformatsiya, tenzoqarshilik, taqiqlangan zona, tenzorezistiv, yarimo'tkazgich, monokristall, tenzodatchik.

Kirish (Introduction).

Tenzometriya bu mexanik deformatsiyalarini o'lchash va tadqiq etish uchun ishlatiladigan usul bo'lib, bu usul ayniqsa materiallar va konstruksiyalar mustahkamligi, ularning kuchlanishi va deformatsiya holatlarini baholashda muhim ahamiyatga ega. Tenzometriya asosan turli datchiklar va sensorlar, jumladan, tenzodatchiklar yordamida amalga oshiriladi, ular ob'ektning deformatsiyasi natijasida paydo bo'ladigan elektr qarshiligi o'zgarishlarini o'lchaydi.

Tezkor rivojlanayotgan nanotexnologiyalar va yangi materiallar, ayniqsa "nanoquvurlar", "grafen" va "fullerenlar", tenzometriyaning yangi imkoniyatlarini ochmoqda. Karbon nanoquvurlar va grafen asosidagi tenzodatchiklar yuqori sezgirlikka ega bo'lib, mikromiqyosda ham aniq o'lchovlarni amalga oshirishga yordam beradi. Bu yangi materiallar deformatsiyaga bo'lgan ta'sirni yuqori aniqlik bilan o'lchaydi, bu esa elektron qurilmalar va tibbiyotda katta istiqbollarga ega.



Yuqori haroratli muhitlarda ishlaydigan tenzometriya sensorlarini ishlab chiqish ham muhim yo'nalishlardan biridir. Yarimo'tkazgich bosim datchiklari, xususan, kremniyli p-MOP va n-MOP tranzistorlari, yuqori haroratli sharoitlarda ham aniq deformatsiya o'lchovlarini ta'minlashga qodir.

Fullerenlar va karbon nanoquvurlarning pezorezistiv xossalarini tadqiq etish tenzometriya sohasidagi istiqbolli yo'nalishlardan biridir. Bu materiallar kichik o'lchamdagi tuzilmalar bilan ishlashga imkon beradi, shunga ko'ra mikroelektromexanik tizimlar (MEMS) va nanoqurilmalar uchun yangi imkoniyatlar ochadi. Bunday sensorlar yuqori sezgirlikka ega bo'lib, mikro va nano miqyosdagi deformatsiyalarni o'lchashda qo'llanilishi mumkin.

Tenzometriya turli tibbiy asbob-uskunalarini ishlab chiqishda, jumladan, biomexanika va inson tanasi a'zolarining harakatini o'lchashda katta ahamiyat kasb etmoqda. Bunda yangi tenzodatchiklar qo'llanilib, murakkab jarrohlik amaliyotlari, ortotik qurilmalar va protezlar yaratishda qo'llaniladi.

Hozirgi vaqtda, yarimo'tkazgichli kristalllar va plyonkalarda pezoqarshilik effektini chuqur va har tomonlama o'rganilganiga qaramay, bu materiallardagi tenzorezistiv hodisalarga qiziqish yanada ortmoqda. Bundan tashqari, tenzometriya metodikasini qo'llash orqali turli yarimo'tkazgichli kichik o'lchamli tuzilmalarning fizik xususiyatlarini kompleks o'rganish ilmiy va amaliy jihatdan ham istiqbolli va dolzarb bo'lib qolmoqda.

Shuning uchun nurlantirilgan kristalllarda radiatsiya defektlarining chuqur sathlari katta qiziqish uyg'otadi. Tenzoqarshilik effekti chuqur sathlar mavjudligiga nisbatan juda sezgir bo'lib, ko'pincha kristallga bir o'qli egiluvchan deformatsiya (siqish yoki cho'zish) qo'llanilganda yaxshiroq natijalar olinadi. Masalan, tenzoqarshilik metodidan foydalanib, taqiqlangan zonada chuqur energiya sathlari bo'lgan qo'shimcha markazlarga ega bo'lgan yarimo'tkazgichlarni o'rganish orqali ularning tabiati va anizotropik xususiyatlari haqida xulosa qilish mumkin. Kristallning asosiy kristallografik yo'nalishlari bo'ylab bir o'qli egiluvchan deformatsiya sharoitida chuqur sathning energetik xolatining o'zgarishini o'rganish lokalizatsiya qilingan markazning simmetriyasi, uning zaryad holati va ruxsat etilgan zonalar bilan aloqasi haqida ma'lumot olish imkonini beradi.

Adabiyotlar tahlili (Literature review): Maqolalarda [3, 4] nurlantirilmagan n-Si kristalllarida tenzoqarshilik aniqlangan bo'lib, izoenergetik ellipsoidlarning hammasiga nisbatan deformatsiya o'qining simmetrik joylashuvida bu miqdor γ -nurlanishda kamaygani qayd etilgan. Bu holat elektronlarning o'tkazuvchanlik zonasida harakatchanligining o'zgarishi natijasida va nurlanish ta'sirida yangi chuqur markazlarning paydo bo'lishi bilan izohlangan. Shuningdek, kuchli deformatsiyalangan kristalllarda anizotropik tenzorezistiv ta'sirlarni o'rganish bo'yicha ko'plab ishlar mavjud (masalan, [1, 2] qarang).

Ilmiy izlanuvchi olimlar polikristall plyonkalarda tenzorezistiv ta'sirning xususiyatlarini o'rganishga katta ahamiyat bermoqdalar [5, 6]. Masalan, [3, 4] maqolalarda samariy monosulfidi asosidagi polikristall plyonkalardan ishlab chiqarilgan tenzosezgirlik koeffitsiyentini ularning ish qobiliyati va harorat deformatsiyalari ta'sirisiz aniqlash usuli taklif etilgan. Hidrostatik bosim sharoitida K va V ko'rsatkichlar o'rtasidagi bog'liqlik keltirib chiqarilgan va bu bog'liqlik SmS

polikristall tenzosezgir qatlami va uning asosining elastik konstantalariga bog'liq ekanligi ko'rsatilgan. FeSe, Ni, Mo, Cr va r-turdagi o'tkazuvchanlik xususiyatiga ega olmos asosidagi plyonka materiallarining tenzorezistiv xususiyatlari [7,9,12,16] maqolalarda ko'rib chiqilgan.

Metodlar (Methodology). Samariy monosulfidining kimyoviy ishlov berilgan monokristall namunalarida 1.5 dan 400 K gacha bo'lgan haroratlar oralig'ida elektr qarshiligining haroratga bog'liqligi tadqiq qilingan va ushbu bosimlarda o'tkazuvchanlik elektronlarining aktivatsiya energiyalari hamda umumiy bosimga nisbatan pezoqarshilik koeffitsiyenti hisoblangan. Tadqiqotlar natijasida SmSdagi 15 K dan yuqori bo'lgan haroratlardagi qo'shimcha darajalar spektri haqidagi ma'lum modelning cheklanganligi aniqlangan. Quyi haroratlarda SmS da kichik donor markazlar va ularda o'tkazuvchanlik xarakterini inobatga olish zarurligi ko'rsatilgan.

Xususan, kvaziklassik yondashuv yordamida Mayadas va Shatskesning modifikatsiyalangan modeli doirasida ko'pqavatli polikristallik plyonkadagi tenzorezistiv effekt nazariy jihatdan tahlil qilindi. Qavatlar qalinliklarining istalgan nisbatida va elektronlarning erkin o'tishi uzunligiga nisbatan qalin va yupqa qavatlar uchun uzunlamasi va ko'ndalang tenzochuvsanglik koeffitsiyentlari uchun umumiy va asimptotik ifodalar olindi. Shuningdek, murakkab valent zonasining ajralishi va tok tashuvchilarining kristall donalari o'rtasida tarqalishi polikristallik olmos plyonkalarida tenzorezistiv effektini belgilaydigan ikki asosiy omil ekanligi ko'rsatildi.

Tahlil va natijalar (Research and Results). Samariy monosulfidining monokristall namunalarida metall fazasini ularning yuzasidan ketkazish uchun kimyoviy ishlov berilgandan keyin, 1.5 K dan 400 K gacha bo'lgan harorat oralig'ida, atmosfera bosimi va 0.3 GPa bosimda elektr qarshiligining haroratga bog'liqligi o'rganildi. Ko'rsatilgan bosimlarda elektronlarning elektr o'tkazuvchanlik uchun aktivatsiya energiyasining haroratga bog'liqlik hisob-kitoblari, shuningdek, ko'p tomonlama siqilishda pezoqarshilik koeffitsiyenti hisoblandi. Ma'lum bo'ldiki, SmS dagi qo'shimcha qavatlar spektri tuzilishiga oid mavjud model 15K dan yuqori haroratlarda haqiqiy bo'lsada, past haroratlarda SmS da kichik donor markazlari mavjudligini va ular orqali o'tib-o'tishli o'tkazuvchanlik xususiyatini hisobga olish kerak bo'ladi.

Galliy arsenidining yuzaga yaqin qatlamlaridagi deformatsiya hodisalari oltin to'planishi va yarimo'tkazgich yuzasining qizdirilgan bug'langich nurlari bilan nurlanishi jarayonida yuza akustik to'lqinlar yordamida o'rganildi. Ko'rsatilishicha, oltin to'planishi natijasida Au-Ga-As tizimidagi fazaviy o'zgarishlar tufayli yuzaga yaqin qatlamlar plastiklashadi, GaAs yuzasining nurlanishi esa yirik donachali oksid qatlamining suyuqsil kabi qavatlari bilan hosil bo'lishiga olib keladi. Natijada yuzaning deformatsiya ko'rinishi va relaksatsiya vaqti o'zgaradi. Yuza akustik to'lqinining integral vaqtinchalik xususiyatlari, masalan, uning tezligi va tarqalgan quvvat o'zgarishlarining integrallari yuzada sodir bo'layotgan jarayonlarni real vaqtda aks ettiradi. Ushbu jarayonlar uchun aktivatsiya energiyasi va relaksatsiya vaqtlari kabi parametrlar aniqlangan.

Topologik izolyatorlarda deformatsiya tadqiqotlari o'tkazildi, xususan, mikroraman spektroskopiya usulida fonon spektrlari va atom-kuchlanish mikroskopi yordamida Van-der-Vaals yotqizuvchi qavati morfologiyasi bo'yicha, xona haroratida

vismut telluridi va $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_{3-y}\text{Se}_y$ har xil tarkibdagi uch o'ldamli topologik izolyatorlarga mansub qattiq eritmalarning yupqa qatlamlarida tadqiq qilindi. Raman spektrlari va uzunlamasi optik moda intensivliklari o'rtasidagi munosabatlar tahlili orqali qavatlar tarkibi, morfologiyasi va qavat qalinligiga bog'liq holda Dirak fermionlarining topologik yuza holatlariga ta'sirni baholash mumkin bo'ldi. Elektron-fonon o'zaro ta'sirining kuchayishi rezonansli raman tarqalishi natijasida yuzaga kelgan va topologik yuza holatlari hissasi ustun bo'ladigan tarkiblar aniqlandi. Tellurid vismuti Bi_2Te_3 topologik izolyatorining ^{125}Te YaMR usuli orqali tadqiqotlari o'tkazildi, bu jarayon keng diapazonda, xona haroratidan 12,5K gacha bo'lgan haroratlarda amalga oshirildi. O'ldhovlar Bruker Avance 400 impulsli YaMR-spektrometrida bajarildi. YaMR spektrlari Bi_2Te_3 monokristalidan tayyorlangan kukun va monokristall plastinalar uchun olindi. Xona haroratidagi spektrlar ikki chiziqdan iborat bo'lib, ular tellur yadrolarining Te1 va Te2 ning ikki noekivalent pozitsiyalariga bog'liq deb topildi. YaMR chastotasi siljish tenzori parametrlari kukun spektridan aniqlandi. Kukun va plastinalar spektrlarining haroratga bog'liq o'zgarishlari bir-biri bilan mos keldi. Chiziqalar o'rnining harorat pasayishi bilan o'zgarishi Nayt siljishining kamayishi bilan izohlandi. Zaryad tashuvchilarining termoaktivatsiya energiyasi baholandi. Xona haroratida kukun va monokristall plastinalar uchun spin-reshetka relaksatsiyasi vaqtlari o'ldhandi.

So'nggi yillarda asosan yarimo'ldkazgichlarni deformatsion va optik usullar bilan o'rganishga bag'ishlangan ishlar ko'p uchramoqda. Masalan, spektroskopik ellipsometri yordamida PbS yopishoq plyonkalarining 293 K temperaturada 0.74–6.45 eV spektral diapazonidagi kompleks dielektrik funksiyasi $\varepsilon_{\omega\phi} = \varepsilon' + i\varepsilon'' = f(\omega, T)$ ni, shuningdek, kombinatsion yoyilish va optik so'rish spektrlarini tadqiq qilingan. $(\alpha h\nu)^2$ dan $h\nu$ ga bog'liqlikdan PbSning taqiqlangan zonasining kengligi aniqlandi: $E_g = 0.37$ eV. Kristall germaniyni statik dielektrik qobiliyatining hamma yo'nalishli bosimdan $P \approx 7.4$ GPagacha bo'lgan bog'liqligi tajribada o'rganildi. Bosim $P \approx 0.4 \cdot 10^{10}$ Pa ga yetguniga qadar dielektrik qobiliyati deyarli 13 martaga kamayib, $\varepsilon = 1.22$ qiymatiga yetadi. Bosimning $0.7 \cdot 10^{10}$ Pagacha oshishi bilan ε qiymati qaytadan o'sib, $7-7.4 \cdot 10^{10}$ Pa oralig'ida $\varepsilon = 1.0 \cdot 10^3$ qiymatiga yetadi. Yarimo'ldkazgichlarning lyuminessensiya spektrlarini tahlil qilish uchun taklif etilgan differensial usuli yordamida germaniyni (100), (110) va (111) oriyentatsiyalaridagi hajmli monokristallar fotolyuminessensiya spektrlari turli ikki tomonlama mexanik cho'zilish kuchlanishlari ta'sirida tahlil qilindi. Hamma oriyentatsiyalar uchun kuchlanishlar oshishi bilan, Ge ning to'g'ridan-to'g'ri taqiqlangan zonasining tor aylanishiga mos ravishda differensial spektrlar maksimumlari energiya kvantlarining kichikroq qiymatlariga siljidi. Shu bilan birga, bilvosita nurlantiruvchi o'tishlar sohasidagi differensial spektrlar maksimumlari deyarli o'zgarmadi. Bu Ge ning bilvosita zonasi kengligining cho'zilish kuchlanishlariga bog'liq emasligini ko'rsatadi. Shundan keyin, yorug'likning p-n o'tishlarining tenzosezuvchanligiga ta'siri o'rganishlar ko'rsatdiki, uning tenzosezuvchanligini yorug'lik bilan, ya'ni doimiy deformatsiya ε_0 , yorug'lik chastotasi ω va intensivligi I_0 orqali boshqarish mumkin ekan. Kritik nuqtalar yaqinida deformatsiya ta'siri ostida so'rish koeffitsiyenti keskin o'zgarishi mumkin va natijada p-n o'tishlarining tenzosezuvchanligi anomal katta qiymatlarga erishishi mumkin.

Yarimo'tkazgich tenzodatchiklari, tenzo va barorezistorlarni qo'llashning xususiyatlari, turli materiallar va konstruksiyalar xossalarini boshqarish, nazorat qilish va diagnostika qilish uchun yuqori haroratli yarimo'tkazgich bosim datchiklarini ishlab chiqish usullari ko'rib chiqilishi kerak. Aniq qiziqish uyg'otadigan ishlardan biri kremniyli r-MOP va n-MOP tranzistorlarini yakka o'qli deformatsiyalangan kanallar bilan elektron uskunalarni nanotexnologik usullar bilan yaratishdagi qo'llanilishidir.

Xabbard modelidan statik fluktuatsiyalar yaqinlashuvida fullerenlar C₂₀, C₇₀ ning I_h, D_{5d} va D_{3d} simmetriya guruhlarini bilan Grin funksiyalari analitik shaklda va energiya spektrlari olingan. Ko'rsatilganki, deformatsiya natijasida C₂₀ fullerenning I_h simmetriya guruhidagi energiya sathlari simmetriyaning pasayishi hisobiga bo'linadi.

Tenzometriya usullari nanotrubkalarining xususiyatlarini o'rganishda juda samarali bo'lib chiqdi. Bir qatlamli uglerod nanotrubkalaridagi pezokarshilik effektining nazariy tadqiqoti natijalari ularning ikki xil tuzilmaga ega modifikatsiyalari — arm-chair va zig-zag turlari o'rganilgan. Yarimo'tkazgichli nanotrubkalarining siqilish va cho'zilish deformatsiyalari ta'siridagi taqiqlangan zonasining o'zgarishi tahlil qilindi. Pezokarshilik effektining asosiy miqdoriy xarakteri — elastoqo'zg'atuvchilik tenzorining uzunlamasiga komponenti hisoblab chiqildi va uning yarimo'tkazgichli nanotrubkalar diametriga bog'liqligi ko'rsatildi. Tadqiq qilingan effektning amaliy qo'llanilish imkoniyatlari taklif qilindi. Shuningdek, primesli bir qatlamli uglerod nanotrubkalardagi pezokarshilik effekti, «Xabbard-i» yondashuvida va cho'zilish va siqilish deformatsiyalarining uglerod nanotrubkalari va grafen nanolentalarining pezokarshiligiga ta'siri ko'rib chiqildi.

Xulosa va takliflar (Conclusion). Shunday qilib, geterostrukturalar va superpanjaralarda pezoqarshilik effekti bo'yicha tadqiqotlarda p-Ge/n-GaAs geterostrukturasining 300 va 77 K haroratda 6·10⁵ Pa bosim ostidagi bir o'qli deformatsiyasi volt-ampere xarakteristikasiga ta'sirini o'rganildi. Bunda bosim oshishi bilan ham to'g'ri, ham teskari tokning o'sishi aniqlangan, to'g'ri tokdagi o'zgarish teskari tokka nisbatan bir necha marta katta bo'lgan. Kristallografik yo'nalishlarga qarab deformatsiya o'rganilgan va siqilish yo'nalishi h₁ l₁ i parallel bo'lgan holda effekt maksimal bo'lgani aniqlangan. Bu natija bir o'qli deformatsiya sensorlarini yaratishda qo'llanilishi mumkin. Superpanjaralar o'sishi vaqtida qatlamlar materiallarida yuzaga keladigan elastik deformatsiyalar raman spektrlaridagi yuqori intensivlik va struktur parametrlar o'rtasidagi korrelyatsiya xususiyatiga kam ta'sir ko'rsatishi aniqlangan. Fononlar chastotalari bo'yicha hisoblash natijalari mavjud eksperimental ma'lumotlar bilan yaxshi mos keladi va AlN/GaN superpanjaralarining spektroskopik diagnostikasini amalga oshirishda qo'llanilishi mumkin deb hisoblayman.

Tenzometriyaning istiqbolli yo'nalishi – zamonaviy industrial va ishlab chiqarish jarayonlarini nazorat qilishdir. Ayniqsa, yuqori kuchlanish va deformatsiyaga uchraydigan konstruksiyalar (ko'priklar, turbina vallari, reaktorlar) xavfsizligini ta'minlashda tenzodatchiklar keng qo'llanilmoqda. Tenzometriya bu sohalarda aniq diagnostika va oldindan xavfsizlik choralarini ko'rishga imkon beradi.

Tenzometriya tadqiqotlari va texnologiyalarining rivojlanishi turli sohalarda, jumladan, energetika, aerokosmos, avtomobilsozlik, elektronika va biomeditsina

sohalarida katta istiqbollarga ega bo'lib, kelajakda yangi texnologiyalar va qurilmalarni yaratishga katta hissa qo'shadi.

Tenzometriyaning rivojlanishi kelajakda yangi qurilmalar va ilg'or texnologiyalarni yaratishga olib keladi. Bu esa turli sohalarda, jumladan, energiya, elektronika, avtomobilsozlik va biomexanikadagi inqilobiy yechimlarning paydo bo'lishiga turtki beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar (MLA stilda)

1. Гольцман Б.М., Комиссарчик М.Г., Леонтьев П.А. Исследование напряжений I-го и II-ого рода в пленках твердых растворов $Bi_2Sb_2Te_2$. В кн. Физика и технология тонких пленок сложных полупроводников. – Ужгород, 1975, с.178.

2. Абдуллаев Э.А., Ахмедов М.М., Юлдашев Н.Х. Влияние внутренних механических напряжений на тензометрические свойства пленочных элементов из $p-(Bi_{0,5}Sb_{0,5})_2Te_3$ // Деп. в УзНИИНТИ, 1988, за №851-Уз от 27.09.88.

3. Абдуллаев Э.А., Ахмедов М.М., Воронов В.Ф., Серьезнов А.Н. Влияние знакопеременных деформаций на электрофизические характеристики пленок из $(Bi_xSb_{1-x})_2Te_3$. Материалы III Всесоюзного семинара - совещания «Перспективы развития и практическое применение методов тензометрии при исследовании прочности конструкции» - Фергана, 1983, сс.159-180.

4. Абдуллаев Э.А., Ахмедова М.М., Воронов В.Ф.7, Серьезонов А.Н. Тензорезистор из $Bi_2Sb_2Te_2$ - как элемент системы автоматического управления // Тез.докл. I –V Всесоюзного семинара – совещания «Перспективы развития и практическое применение методов тензометрии при исследовании прочности конструкций». 21-23.11.83.- Фергана. 1983. – с.57.

5. Сиддиқов, Рустамжон. "ВЛИЯНИЕ ЦИКЛИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ НА ВОЛЬТ-АМПЕРНУЮ ХАРАКТЕРИСТИКУ ПЛЕНОК (Bi_{0,25}Sb_{0,75})₂Te₃." *Models and methods in modern science* 3.1 (2024): 201-206.

6. Сиддиқов, Рустамжон Ўктамович, and Адхам Ахадович Акбаров. "Датчик давления на основе тензочувствительных элементов." *Science Promotion* 6.1 (2024): 200-205.

7. Сиддиқов, Рустамжон Ўктамович. "Эффект пьезосопротивления в полупроводниках." *Science Promotion* 4.1 (2023): 457-462.

8. Сиддиқов, Рустамжон Ўктамович. "ИНЖЕКЦИОННЫЙ ЛАЗЕР НА ГОМОПЕРЕХОДЕ." *Conferencea* (2023): 123-125.

9. Сиддиқов, Рустамжон Ўктамович. "СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ФОТОРЕЗИСТИВНЫХ И ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТОНКИХ ПЛЕНОК ХАЛЬКОГЕНИДОВ КАДМИЯ." *Science and Education* 2.3 (2021): 221-225.

10. Сиддиқов, Рустамжон Ўктамович. "Люминесценция в полупроводниках." *Science and Education* 4.2 (2023): 810-815.

11. Сиддиқов, Рустамжон Ўктамович. "УСЛОВИЕ ГЕНЕРАЦИИ СВЕТА В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ЛАЗЕРАХ." *Uzbek Scholar Journal* 16 (2023): 136-139.

12. O'ktamovich, Siddiqov Rustamjon. "Influence of mechanical deformation on photosensitivity properties of thin semiconductor films." *American Journal of Pedagogical and Educational Research* 12 (2023): 242-244.
13. Сиддиқов, Рустамжон Ўктамович. "Оптические переходы в полупроводниках." *Science Promotion* 1.1 (2023): 76-80.
14. Сиддиқов, Рустамжон Ўктамович. "Физикавий масалаларни дифференциал тенгламалар ёрдамида ечиш." *Science and Education* 1.2 (2020): 158-161.
15. Siddiqov, Rustamjon O'ktamovich, and Abror Qahramonovich Asqarov. "Blox funksiyasining hisoblash usullari." *Science and Education* 3.4 (2022): 22-26.
16. O'ktamovich, Siddiqov Rustamjon, and Akbarov Adham Axadovich. "THE INFLUENCE OF MECHANICAL DEFORMATION ON THE PROPERTIES OF FILMS (BI 0.25 SB 0.75) 2 TE 3." *Intent Research Scientific Journal* 3.5 (2024): 44-49.