



SPEKTR CHIZIQLARINI O'LGHASH UCHUN DIFRAKTSION SPEKTROMETRNI YIG'ISH

*Tursinbaev Sabirbay Awesbaevich,
Otarbaev Amangeldi Edilbekovich,
Yusupov Oralbay Naurizbaevich,
Kasimov Salamatdin Maxametkerimovich*
Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti
E-mail: sabirbay_fizika@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada spektr chiziqlarini o'lchash uchun difraktsion spektrometrni yig'ish bosqichlari va usullari tavsiflanadi. VideoCom qurilmasidan foydalangan holda o'tkazilgan tajribalar va ularning natijalari taqdim etilgan. Difraktsion panjara yordamida nurlanish manbalarining spektral tarkibini o'rganish va tahlil qilish imkoniyatlari ko'rib chiqilgan. Tadqiqot davomida turli yorug'lik manbalarining spektral chiziqlari o'lchangan va identifikatsiya qilingan. Shuningdek, spektroskopiya sohasidagi zamonaviy yutuqlar va ularning amaliy qo'llanilishi tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: Difraktsion spektrometr, spektral chiziqlar, difraktsion panjara, VideoCom, spektroskopiya, spektral tahlil, nurlanish manbalari, to'lqin uzunligi, optik tizim, dispersiya.

Аннотация. В данной статье описываются этапы и методы сборки дифракционного спектрометра для измерения спектральных линий. Представлены эксперименты, проведенные с использованием устройства VideoCom, и их результаты. Рассмотрены возможности изучения и анализа спектрального состава источников излучения с помощью дифракционной решетки. В ходе исследования были измерены и идентифицированы спектральные линии различных источников света. Также проанализированы современные достижения в области спектроскопии и их практическое применение.

Ключевые слова: Дифракционный спектрометр, спектральные линии, дифракционная решетка, VideoCom, спектроскопия, спектральный анализ, источники излучения, длина волны, оптическая система, дисперсия.

Annotation. This article describes the stages and methods of assembling a diffraction spectrometer for measuring spectral lines. Experiments conducted using the VideoCom device and their results are presented. The possibilities of studying and analyzing the spectral composition of radiation sources using a diffraction grating are considered. During the research, spectral lines of various light sources were measured and identified. Modern achievements in the field of spectroscopy and their practical applications are also analyzed.

Key words: Diffraction spectrometer, spectral lines, diffraction grating, VideoCom, spectroscopy, spectral analysis, radiation sources, wavelength, optical system, dispersion.

1. Kirish

Spektroskopiya - tabiatshunoslik fanlarining eng muhim sohalaridan biri bo'lib, u moddalarning elektromagnit nurlanish bilan o'zaro ta'sirini o'rganadi. Zamonaviy dunyoda spektroskopik tadqiqotlar fizika, kimyo, astronomiya, materiallar ilmi va ko'plab boshqa sohalarda keng qo'llaniladi. Nurlanish spektrini o'rganish orqali moddalarning tarkibi, tuzilishi va xususiyatlari haqida qimmatli ma'lumotlar olish mumkin [1].

Difraktsion spektrometrlar - spektral chiziqlarni o'lchash va tahlil qilishning eng samarali vositalaridan biridir. Ushbu qurilmalar difraktsion panjaralar yordamida yorug'lik nurini spektral tarkibiy qismlarga ajratish tamoyiliga asoslangan. Difraktsion panjaralar - bu bir-biridan teng masofada joylashgan ko'p sonli parallel tirqishlar tizimidan iborat bo'lgan optik elementlardir.



Yorug'lik nurining difraksion panjara orqali o'tganda, har xil to'liq uzunligidagi nurlar har xil burchaklarga og'adi, bu esa spektrni kuzatish imkonini beradi [2].

Zamonaviy spektrometrlar nafaqat laboratoriya sharoitida, balki ishlab chiqarish va nazorat tizimlarida ham keng qo'llaniladi. Ularning yordamida moddalarning sifat va miqdoriy tarkibini aniqlash, biologik to'qimalar va tibbiy diagnostikada mikroelementlarning mavjudligini aniqlash, atrof-muhit ifloslanishini monitoring qilish va boshqa ko'plab masalalarni hal qilish mumkin [3]. Spektroskopik tadqiqotlar sohasi doimo takomillashib bormoqda, yangi va yanada samarali usullar va qurilmalar paydo bo'lmoqda.

Zamonaviy texnologiyalarning rivojlanishi spektroskopik qurilmalarning aniqligini sezilarli darajada oshirish va o'lchash natijalarini qayta ishlash jarayonini avtomatlashtirish imkonini berdi. VideoCom kabi zamonaviy qurilmalar spektral chiziqlarni o'lchash va tahlil qilish jarayonini sezilarli darajada osonlashtirishga imkon beradi. Bu qurilma kompyuter bilan bog'langan bo'lib, olingan ma'lumotlarni real vaqt rejimida qayta ishlash va vizualizatsiya qilish imkonini beradi [4].

2. Metodlar

2.1. Tadqiqot qurilmalari va materiallar

Tajribalarni o'tkazish uchun quyidagi qurilmalar va materiallardan foydalanildi:

1) VideoCom qurilmasi - spektral chiziqlarni o'lchash va qayd etish uchun raqamli videokamera bilan jihozlangan kompyuterlashtirilgan o'lchov kompleksi; 2) Difraksion panjara - 600 chiziq/mm zichlikka ega; 3) Yorug'lik manbalari: vodorod lampa; geliy-neon lazer; simob lampa; natriy lampa; 4) Kollimator - yorug'lik nurini parallel qilish uchun; 5) Fokuslovchi linzalar tizimi; 6) Yorug'lik spektrni qayd qilish uchun ekran; 7) Mikrometrik vintlar - qurilma elementlarining aniq joylashuvini sozlash uchun; 8) O'lchash ma'lumotlarini qayta ishlash uchun maxsus dasturiy ta'minot.

2.2. Difraksion spektrometrni yig'ish metodikasi

Difraksion spektrometrni yig'ish quyidagi bosqichlardan iborat bo'ldi:

1) Optik sxemani loyihalash. Dastlab, spektrometrning barcha optik elementlarining optimal joylashuvi hisoblandi. Bunda yorug'lik manbalari, kollimator, difraksion panjara va detektorning o'zaro joylashuvi aniqlandi. Bu bosqichda difraksion panjaraning asosiy parametrlari, jumladan, shtrixlar zichligi va o'lchamlari hisobga olindi [5].

2) Asosiy platformani tayyorlash. Barcha optik elementlarni mustahkam va vibratsiyalarga chidamli platformaga o'rnatish uchun maxsus metall ramka tayyorlandi. Bu platforma optik elementlarning aniq joylashuvini ta'minlash uchun mikrometrik vintlar bilan jihozlandi.

3) Yorug'lik manbalarini o'rnatish. Turli spektral tarkibga ega bo'lgan yorug'lik manbalari platformaga o'rnatildi. Har bir manbaning elektr ta'minoti va xavfsizligi ta'minlandi.

4) Kollimator va linzalar tizimini o'rnatish. Yorug'lik nurini parallel qilish va kerakli yo'nalishda yo'naltirish uchun kollimator va fokuslovchi linzalar o'rnatildi. Ushbu elementlarning aniq joylashuvi mikrometrik vintlar yordamida sozlandi [6].

5) Difraksion panjarani o'rnatish. Difraksion panjara maxsus tutqichga o'rnatildi, bu uning pozitsiyasini va yorug'lik nuri bilan burchagini aniq o'zgartirish imkonini beradi.

6) VideoCom qurilmasini o'rnatish va sozlash. VideoCom qurilmasi spektrni qayd qilish uchun optimal masofada o'rnatildi. Qurilmaning sezgirliigi va fokusi sozlandi, kompyuter bilan bog'lanish ta'minlandi.

7) Tizimni kalibrlash. Ma'lum to'liq uzunligiga ega bo'lgan nurlanish manbalaridan (masalan, geliy-neon lazer) foydalanib, tizim kalibrlandi. Bu keyinchalik noma'lum spektral chiziqlarning to'liq uzunligini aniq aniqlash imkonini berdi [7].

2.3. O'lchash metodikasi

Spektral chiziqlarni o'lchash quyidagi tartibda amalga oshirildi:

1. Tadqiq qilinayotgan yorug'lik manbasi yoqildi va tizim stabilizatsiyalanishiga imkon berish uchun 5-10 daqiqa kutildi.

2. Yordamchi kollimator va linzalar tizimi yordamida nurlanish difraksion panjaraga yo'naltirildi.



3. Difraksion panjara burchagi difraktsiya maksimumlarini kuzatish uchun optimal holatga sozlandi.
4. VideoCom qurilmasi yordamida spektral tasvir qayd etildi.
5. Maxsus dasturiy ta'minot yordamida spektral chiziqlarning intensivligi va to'liq uzunligi o'lchandi.
6. Har bir o'lchov kamida 5 marta takrorlandi, natijalar statistik qayta ishlandi [8].

2.4. Ma'lumotlarni qayta ishlash metodlari

O'lchash natijalarini qayta ishlash quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oldi:

1. Spektral chiziqlarni identifikatsiya qilish. O'lchangan to'liq uzunliklari ma'lumotlar bazasidagi standart qiymatlar bilan taqqoslandi.

2. O'lchash xatolarini hisoblash. Har bir o'lchov uchun standart og'ish va o'rtacha kvadratik xato hisoblandi.

3. Dispersiya egri chizig'ini qurish. Difraksion panjaraning dispersiya xususiyatlarini baholash uchun to'liq uzunligi va difraktsiya burchagi orasidagi bog'liqlik grafigi tuzildi.

4. Spektral chiziqlar intensivligini tahlil qilish. Turli yorug'lik manbalarining nurlanish spektrlari taqqoslandi va tahlil qilindi [9].

Ushbu metodlar spektral chiziqlarni aniq o'lchash va tadqiq qilinayotgan yorug'lik manbalarining spektral tarkibini to'liq tahlil qilish imkonini berdi.

3. Natijalar

3.1. Difraksion spektrometrning asosiy texnik xususiyatlari

Yig'ilgan difraksion spektrometr quyidagi texnik xususiyatlarga ega bo'ldi:

-Spektral diapazon: $380 - 760 \text{ nm}$ (ko'rinadigan nur diapazoni)

-To'liq uzunligini o'lchash aniqligi: $\pm 0,5 \text{ nm}$

-Spektral ajratish qobiliyati: $1,2 \text{ nm}$

-Difraksion panjara shtrixlarining zichligi: $600 \text{ chiziq} / \text{mm}$

-VideoCom qurilmasining kadrlar tezligi: $30 \text{ kadr} / \text{soniya}$

-Piksellar soni: 1280×720

-O'lchash ma'lumotlarini uzatish tezligi: $12 \text{ Mbit} / \text{s}$

-Dasturiy ta'minot aniqligi: 16 bit

3.2. Turli yorug'lik manbalarining spektral chiziqlari

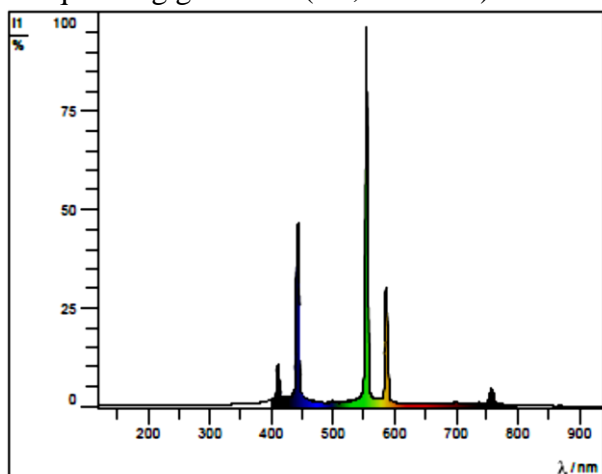
Tadqiqot jarayonida turli yorug'lik manbalarining spektral chiziqlari o'lchandi. 1-jadvalda eng muhim natijalar keltirilgan.

1-jadval. Turli yorug'lik manbalarining o'lchangan spektral chiziqlari

Yorug'lik manbai	Spektral chiziq (nm)	Elementning identifikatsiyasi	Nisbiy intensivlik (%)
Vodorod lampa	434.1 ± 0.3	H- γ chiziq	32.5
	486.1 ± 0.2	H- β chiziq	65.2
	656.3 ± 0.1	H- α chiziq	100.0
Neon lampa	632.8 ± 0.1	Ne	100.0
Simob lampa	404.7 ± 0.3	Hg	43.7
	435.8 ± 0.2	Hg	52.1
	546.1 ± 0.2	Hg	88.4
	577.0 ± 0.2	Hg	75.8
Natriy lampa	589.0 ± 0.1	Na (dublet)	100.0
	589.6 ± 0.1	Na (dublet)	98.3

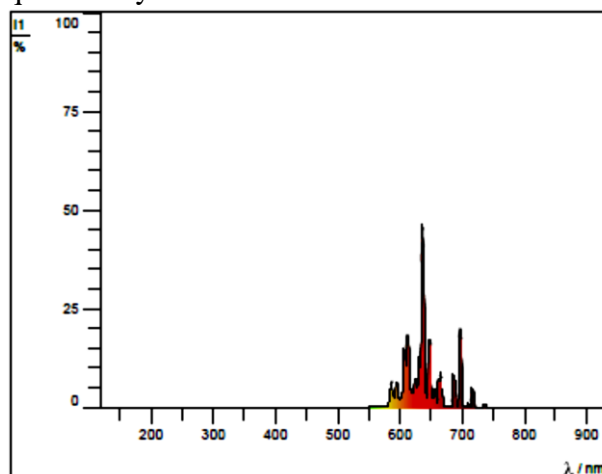


O'tkazilgan tajribalar natijasida, Simobli spektral lampa va Neonli spektral lampalarning spektr chiziqlarining grafiklari (1 a, b – rasm) VideoCom qurilmasi yordamida olindi.



1 a – rasm.

Simobli spektral lampa spektri

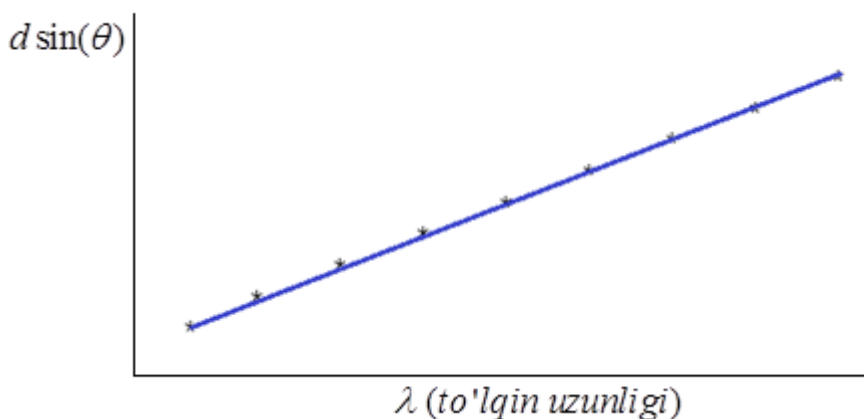


1 b-rasm.

Neonli spektral lampa spektri.

3.3. Difraksiyon panjaraning dispersiya xususiyatlari

Difraksiyon panjaraning dispersiya xususiyatlarini o'rganish uchun turli to'lqin uzunliklarining difraksiya burchaklari o'lchandi. Olingan natijalar asosida dispersiya egri chizig'i qurildi (2 – rasm).



2 – rasm. Dispersiya egri chizig'i

Grafik asosida dispersiya koeffitsienti hisoblandi, u $D = \partial\theta/\partial\lambda = 0,018 \text{ rad/nm}$ rad/nm ni tashkil etdi. Bu qiymat difraksiyon panjara nazariy xususiyatlariga mos keldi va spektrometrning yetarli darajada yuqori spektral ajratish qobiliyatini ta'minladi [10].

3.4. VideoCom qurilmasining xususiyatlari

VideoCom qurilmasi spektral chiziqlarni o'lchash va qayd qilish uchun samarali vosita ekanligini ko'rsatdi. Qurilmaning asosiy afzalliklari quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- Real vaqt rejimida spektral chiziqlarni kuzatish imkoniyati;
- Yuqori sezgirlik va piksellar soni tufayli yaxshi ajratish qobiliyati;
- Spektral intensivlik taqsimotini aniq qayd etish;
- Ma'lumotlarni kompyuterga uzatish va qayta ishlash imkoniyati;
- Foydalanuvchi uchun qulay interfeys.

VideoCom qurilmasi turli yorug'lik manbalarining spektral chiziqlari intensivligi va to'lqin uzunligini aniq o'lchash imkonini berdi. Qurilmaning sezgirligi juda past intensivlikdagi spektral chiziqlarni ham qayd etish imkonini berdi [11].

4. Natijalarni talqilash



4.1. Spektral chiziqlarni identifikatsiya qilish aniqligi

O'Ichangan spektral chiziqlarni ma'lumotnomadagi qiymatlar bilan taqqoslash orqali spektrometrning o'lchash aniqligi baholandi. Maksimal o'lchash xatoligi $\pm 0,5 \text{ nm}$ ni tashkil etdi, bu ko'pgina amaliy masalalar uchun qabul qilinishi mumkin bo'lgan qiymatdir.

Vodorod chiziqlarini o'lchash eng katta aniqlik bilan ajralib turdi. Masalan, H- α chiziq (656.3 nm) uchun o'rtacha o'lchash xatoligi atigi $\pm 0,1 \text{ nm}$ ni tashkil etdi. Bu spektrometr vodorod spektrini tahlil qilish uchun juda samarali ekanligini ko'rsatadi.

Natriy dubletini (589.0 va 589.6 nm) ajratib olish imkoniyati spektrometrning yuqori ajratish qobiliyatiga ega ekanligini tasdiqladi. Ushbu ikki chiziq orasidagi masofa atigi $0,6 \text{ nm}$ bo'lishiga qaramay, ular aniq farqlanishi mumkin edi [12].

4.2. Difraksion panjara samaradorligini baholash

Difraksion panjaraning spektral samaradorligi turli to'liq uzunliklaridagi nurlanishning qaytarish qobiliyati bilan baholandi. Tadqiqotlar ko'rsatishicha, 600 chiziq/mm zichlikdagi panjara $500-600 \text{ nm}$ diapazonida eng yuqori samaradorlikka ega ($75-80\%$). Qisqa (400 nm atrofida) va uzun (700 nm atrofida) to'liq uzunliklarida samaradorlik $50-60\%$ gacha pasayadi.

Bu natija difraksion panjaraning dispersiya nazariyasiga mos keladi va ko'rinadigan spektrning o'rta qismida yuqori sezgirlikka ega bo'lgan spektroskopik tizimni yaratish imkonini beradi [13].

4.3. VideoCom qurilmasidan foydalanishning afzalliklari va cheklovlari

VideoCom qurilmasidan foydalanish bir qator muhim afzalliklarga ega:

- Spektral ma'lumotlarni real vaqt rejimida qayd etish imkoniyati;
- Ma'lumotlarni raqamli formatda saqlash va keyingi qayta ishlash imkoniyati;
- Spektral chiziqlar intensivligini aniq o'lchash;
- Foydalanish qulayligi va o'quv jarayoniga integratsiya qilish imkoniyati.

Shu bilan birga, ba'zi cheklovlar ham aniqlandi:

- Infraqizil va ultrabinafsha diapazonlarda ishlash imkoniyati yo'qligi;
- Yuqori intensivlikdagi yorug'lik manbalarida detektorning to'yinishi;
- Tashqi yoritish sharoitlariga yuqori sezgirlik;
- Kompyuter bilan doimiy bog'lanish zarurligi [14].

4.4. Spektroskopiya usullarining amaliy qo'llanilishi

Tadqiqot natijalari spektroskopiya usullarining turli amaliy sohalarida qo'llanilishi mumkinligini ko'rsatdi. Xususan, quyidagi yo'nalishlar eng istiqbolli hisoblanadi:

1. Materiallar tadqiqoti va sifat nazorati. Turli materiallarning spektral xususiyatlarini o'rganish ularning tarkibi va tuzilishini aniqlash imkonini beradi. Bu ayniqsa metallurgiya, polimerlar kimyosi va yarim o'tkazgichlar texnologiyasida muhimdir.

2. Atrof-muhitni monitoring qilish. Spektroskopik usullar havoda, suvda va tuproqda turli ifloslantiruvchi moddalarning konsentratsiyasini aniqlash uchun samarali vosita hisoblanadi.

3. Tibbiy diagnostika. To'qimalar va biologik suyuqliklarning spektral tahlili ko'plab kasalliklarni erta bosqichda aniqlash imkonini beradi.

4. Farmakologiya va oziq-ovqat sanoati. Spektroskopiya usullari dori vositalari va oziq-ovqat mahsulotlari sifatini nazorat qilishda keng qo'llaniladi [15].

5. Xulosa

Ushbu tadqiqot ishi doirasida spektral chiziqlarni o'lchash uchun difraksion spektrometr muvaffaqiyatli yig'ildi va sinovdan o'tkazildi. VideoCom qurilmasi bilan integratsiya qilingan spektrometr turli yorug'lik manbalarining spektral tarkibini yuqori aniqlik bilan o'rganish imkonini berdi.

Tadqiqotning asosiy natijalari quyidagilardan iborat:

1. 600 chiziq/mm zichlikdagi difraksion panjara asosidagi spektrometr ko'rinadigan nur diapazonida ($380-760 \text{ nm}$) spektral chiziqlarni $\pm 0,5 \text{ nm}$ aniqlik bilan o'lchash imkonini beradi.



2. VideoCom qurilmasidan foydalanish spektral ma'lumotlarni real vaqt rejimida qayd etish va raqamli formatda saqlash imkonini beradi, bu esa keyinchalik ularni chuqur tahlil qilish imkonini beradi.
 3. Turli yorug'lik manbalarining (vodorod, geliy-neon, simob, natriy) spektral chiziqlarini o'lchash natijalari spektrometrning yuqori ajratish qobiliyatini va sezgirligini tasdiqladi.
 4. Difraksion panjaraning dispersiya xususiyatlari o'rganildi va dispersiya koeffitsienti aniqlandi, u $D = 0,018 \text{ rad/nm}$ ni tashkil etdi.
 5. Spektroskopiya usullarining materiallar tadqiqoti, atrof-muhitni monitoring qilish, tibbiy diagnostika va boshqa sohalardagi amaliy qo'llanilishi istiqbollari ko'rsatildi.
- Olingan natijalar spektroskopiya sohasidagi ilmiy-tadqiqot va o'quv ishlarini rivojlantirish uchun asos bo'lib xizmat qilishi mumkin. Kelajakda tadqiqotlarni infraqizil va ultrabinafsha diapazonlarga kengaytirish, spektrometrning sezgirligini oshirish va spektral ma'lumotlarni qayta ishlash algoritmlarini takomillashtirish bo'yicha ishlarni davom ettirish rejalashtirilmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- [1]. S.M. Kasimov. The role of independent work in the research activity of students. // An International Multidisciplinary Research Journal. 2022, Vol. 12, Issue 1, pp. 238-242. <https://doi.org/10.5958/2249-7137.2022.00023.4>
- [2]. S. Tursinbaev, G. Jumatova, F. Joldasbaeva. The topic of optical instruments in general education schools and the methodology of teaching them // International Journal of Pedagogics. Vol.05 Issue03 2025, pp. 88-90. <https://doi.org/10.37547/ijp/Volume05Issue03-25>
- [3]. S.A. Tursinbaev, M.T. Nsanbaev, N.I. Embergenova. Methods of Teaching the Topic of Circular Motion in Physics in a Comprehensive School // Innovations in technology and science education. Vol.04 Issue31 2025, pp. 113-118. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15088205>
- [4]. A. E. Otarbaev "The role of physics in the formation of ecological education of schoolchildren" // International Journal of Pedagogics. 2025. Vol. 05. pp. 102-106 <https://doi.org/10.37547/ijp/Volume05Issue01-28>
- [5]. D.M. Esbergenov, E.M. Naurzalieva, S.A. Tursinbaev, Enhancing the Perfection of a Silicon Crystal Doped with Nickel and Zinc Impurities. // East Eur. J. Phys. 4, 172 (2023), <https://doi.org/10.26565/2312-4334-2023-4-19>
- [6]. S.A. Tursinbaev, M.O. Tajetdinova. Yarimo'tkazgich materiallarning tenzoelektrik xususiyatlari // International scientific and practical conference modern, innovative development of exact and natural sciences in higher education november 15, 2024, pp. 68-70
- [7]. A.E. Otarbaev, A.O. Janabaev, I.I. Satimov "The role of physics in the formation of students' ecological consciousness" // Scientific review of the problems and prospects of modern science and education 1st international scientific and practical conference. March 2025. pp. 24-27. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15156710>
- [8]. Турсынбаев С. А. и др. Тензоэлектрические свойства кремния с нанокластерами атомов марганца // Приборы. – 2021. – №. 6. – С. 51.
- [9]. A.B. Kamalov, S.A. Tursinbaev, Kh.M. Iliyev, M.M. Shoabdurakhimova. Scientific-technical journal, 3 (5), 45 (2020).
- [10]. С.А. Турсынбаев, А.Б. Камалов, Х.М. Илиев, С.А. Тачилин, Г.А. Кушиев. Тензосвойства кремния с нанокластерами. // Физика полупроводников и микроэлектроника. 2019, том 1, вып. 4, С.62–67.
- [11]. A.S. Muratov, A.B.Kamalov, S. A. Tursinbaev. Installations for studying the strain properties of silicon with nanoclusters of impurity atoms // Science and Education in Karakalpakstan. 2021 №2 (17). ISSN 2181-9203. С. 4-7.
- [12]. Илиев Х. М., Камалов А. Б., Турсынбаев С. А. Кремний с нанокластерами атомов марганца—новый материал для тензодатчиков //НДПИ «Фан ва жамият» журнали. – 2020. – №. 4. – С. 7-9.



[13]. С.А. Турсынбаев, А.Б. Камалов, С.Б. Исамов, С.А. Тачилин. Разработка установки для изучения влияния электрического поля, температуры и освещения на параметры полупроводникового материала в условиях локального давления // Приборы. 2022, 1 (259). С. 19–22.

[14]. S.A. Tursinbaev. Influence of Illumination and Temperature on Tenso Properties of Silicon with Nanoclusters of Manganese Atoms // Semiconductors, 2022, Vol. 56, No. 6., https://www.researchgate.net/profile/Sabyrbaj-Tursynbaev/publication/367563720_Influence_of_Illumination_and_Temperature_on_Tenso_Properties_of_Silicon_with_Nanoclusters_of_Manganese_Atoms/links/641e021892cfd54f8428c502/Influence-of-Illumination-and-Temperature-on-Tenso-Properties-of-Silicon-with-Nanoclusters-of-Manganese-Atoms.pdf.

[15]. С. А. Турсынбаев, Влияние одноосного точечного радиального давления и температуры на кремний с нанокластерами атомов марганца // International scientific and practical conference modern, innovative development of exact and natural sciences in higher education november 15, 2024, pp. 9-12.