



RENTGEN NAYLARINING TURLARI, FOKUS DOG'I VA SOVITISH YO'LLARI

*Jorayeva Naima Jumabay qizi¹, Elmurotova Dilnoza Baxtiyorovna², Yusupova
Nodira Saidvoris qizi³*

¹4-bosqich talabasi, ²f.-m.f.f.d. PhD, dosent, ³asistent

I.A. Karimov nomli Toshkent Davlat Texnika Universiteti

Annotasiya: *Ishda rentgen naychalarining qo'llanilish turiga qarab ularning fokus dog'lari o'lchami va shakllari belgilanib olinishi keltirilgan bo'lib anoddagi fokus do'gining o'lchami orqali rentgen naychalarining optik xossalari o'zgaqrishi haqida batafsil ma'lumot berilgan. Rentgen naychalarini issiqlikni yo'qotish usuliga ko'ra to'rt guruhga bo'linishi va sovutish darajasi cho'g'lanma jismining mutlaq haroratining to'rtinchi darajasiga proportsionalligi haqida ma'lumotlar keltirilgan.*

Kalit so'zlar: *Rentgen naychasi, fokus do'gi, anod, optiki xossalar, cho'g'lanma sim*

Ma'lumki rentgen tasvirining sifati rentgen naychasining optik xususiyatlariga bog'liq bo'lib anod yuzasining elektronlar nishoni tushadigan va rentgen nurlari generasialanadigan yuza qismining o'lchamlari bilan aniqlanadi. Anod yuzasining bu maydoni fokus dog'i yoki oddiygina naychanning fokusi deb ataladi. Demak, fokus dog'i yoki oddiygina naychanning fokusi deb anod yuzasining elektronlar nishoni tushadigan va rentgen nurlari generasialanadigan qismga aytiladi.

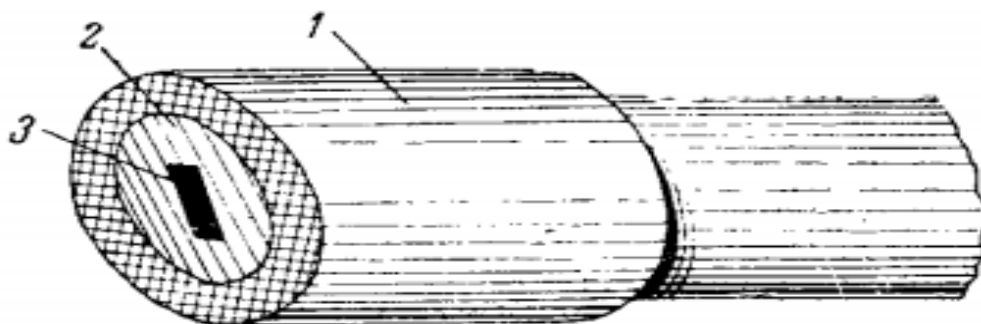
Fokus dog'i anod oynasi deb ataladigan joyda joqlashgan bo'lib, ya'ni anod sterjening qiya kesilgan yuzasida joylashgan bo'ladi. Naychanning fokusi qanchalik kichik bo'lsa, rentgen nurlar manbai shunchalik darajada nuqtaviy manbaga yaqinlashadi va naychalarning optik xususiyatlari shunchalik darajada yaxshilanib boradi.

Ammo diagnostika naychalarining fokus dog'ini o'lchamini kamaytirish, naychalar quvvatni oshirishga teskari holatdir, ya'ni ulardan eng katta intensivlikdagi rentgen nurlanishini olish imkoniyati bilan ziddir. Anod oynasining faqat kichik bir qismi – ya'ni fokus dog'i elektronlar bombardimoniga duchor bo'ladi va unda barcha sochiladigan



issiqlik tarqalishi sodir bo'ladi. Shuning uchun, birinchi navbatda, fokus dog'i, keyin esa naychanning butun anodi tezda qizib ketishi natijasida cho'g'lanadi va nihoyat, hatto erib ketishi ham mumkin. Anodning erishi har qanday naychanning zudlik bilan ishdan chiqishiga olib keladi, ammo anodning cho'g'lanishi ruxsat etilgan holat bo'lib va hatto u ma'lum turdagi naychalar uchun normal holat hisoblanadi.

Fokusli dog'i erimasligi uchun u juda kichik o'lchamda bo'lmasligi kerak, iloji boricha o'tga chidamli bo'lgan metall yuzasida bo'lishi kerak, chunki fokusli dog'idan chiqarilgan issiqlik tezlik bilan anodgan atrof-muhitga o'tkazilishi kerak. Ma'lumki, bir xil anod tokida va kuchlanishi qiymatida roentgen naychasidagi rentgen nurlanishining intensivligi, elektron bombardimoniga uchraydigan moddaning atom raqami qanchalik katta bo'lsa, shunchalik yuqori bo'ladi. Shuning uchun tibbiy rentgen naychalarida naycha oynasi volframdan (atom raqami 74) tayorlanadi, chunki uning erish nuqtasi 34000 ni tashkil qiladi. Qalinligi 1,5-2 mm bo'lgan yumaloq yoki to'rtburchaklar shakldagi volframli plastinka, anodli sterjendan tekis yoki to'liq o'tadigan massiv silindrsimon mis boshga lehimlanadi (1-ram).

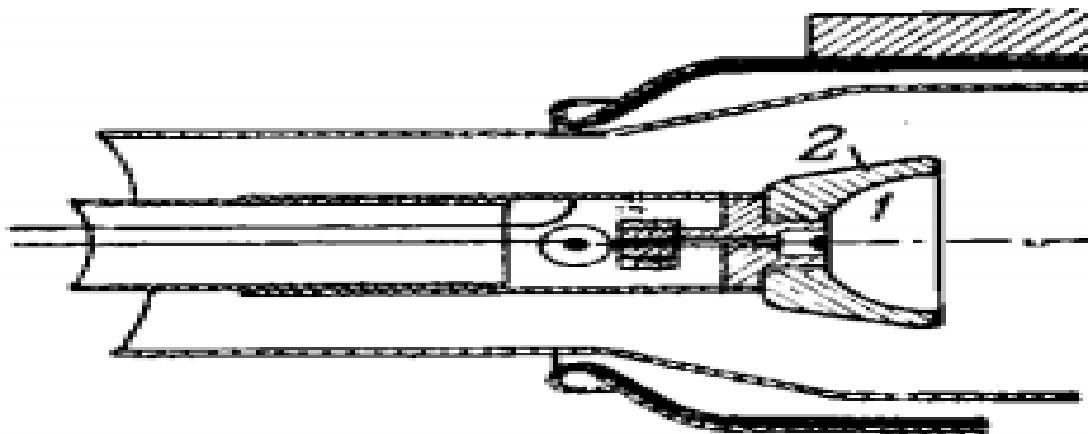


Rasm-1. Anod boshi qismi. 1 — bosh qismi; 2 — volframli oynasi; 3 — fokus dog'i.

Volfram oynasidagi fokus dog'i maydoniga ajralib chiqadigan, issiqlik misdan tayorlangan bosh qismga o'rnatilgan bo'ladi. Mis yaxshi issiqlik o'tkazuvchanligiga ega bo'lgan moddaligi uchun, anod sterjeni va sovutgich volfram plastinkasidan issiqlikni yaxshi o'tkazadigan modda hisoblanadi. Fokusli dog'ining o'lchamlari naychasning quvvatiga proporsional bo'ladi. Volfram oynasi 1 sekund davomida fokus dog'ining har bir kvadrat millimetrda taxminan 200 Vt gacha uklanishi mumkin. Shuning uchun 6 kilovattlik naychanning fokus dog'ining maydoni taxminan 30 mm² bo'lishi kerak. Fokus



dog'ining shakli elektron nishonning konfiguratsiyasiga va naycha o'qidan anod oynasining o'qish burchagiga bog'liq bo'ladi. Terapiyada rentgen naychalarining optik xususiyatlari hech qanday rol o'ynamaydi, shuning uchun terapevtik naychalar odatda katta, o'tkir bo'lmagan aylana shaklida fokus dog'i tayorlanadi, cho'g'lanma simi esa tekis spiral shaklida amalga oshiriladi (2-rasm).



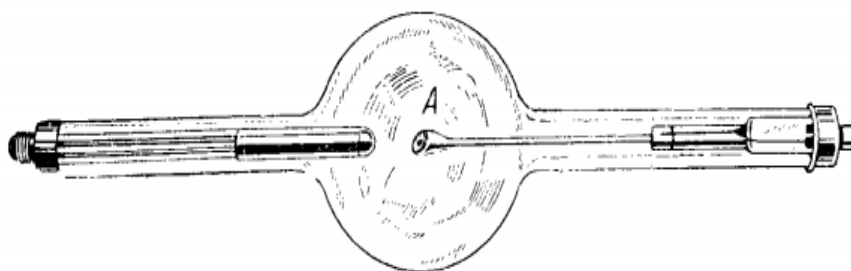
2-Rasm. Naychaning aylana fokusli katod qurilmasi. 1 – fokuslanadigan idishdagi spirali; 2 - massiv fokuslovchi

Cho'g'lanma sim orqali chiqadigan elektronlar bir-birini itarib, katoddan kengayuvchi nishoni anodga uchib o'tadi va chashkasimon shakldagi jism tibiga joylashadi, bu manfiy zaryadlanlar fokuslash qurilmasi rolini o'ynaydi ya'ni elektronlar nishonini anod oynasiga tushadigan tor nishonida qisqarishiga olib keladi. Katod chashkasining fokuslanish effekti unda joylashgan cho'g'lanma simning qanchalik darajada chuqurroq joylanishiga qarab kuchayadi. Chuqur terapevtik naychalarda juda yuqori kuchlanish uchun mo'ljallangan bo'lib, cho'g'lanma sim anodga nisbatan sezilarli tortishishlarga duchor bo'ladi. Yupqa simning deformatsiyasini oldini olish uchun uni ba'zan silindrga joylashtiriladi va elektrostatik himoya vazifasini bajaradigan noyob metall panjara bilan qoplanadi. Bunday panjara elektronlarning u orqali o'tishiga to'sqinlik qila olmaydi.

Himoyasi mavjud bo'lmagan turdagi terapevtik naychalar uchun anod odatda massiv volfram to'pcha shaklida bo'lib, naychaning anod bo'yniga o'rnatilgan bo'ladi (3-rasm),

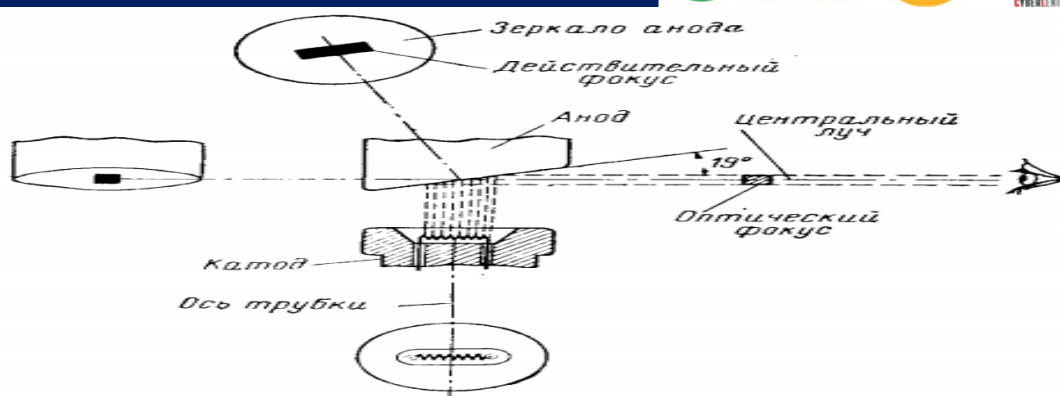


yoki to'rtburchak volfram plastinka shakllida tayyorlanadi.



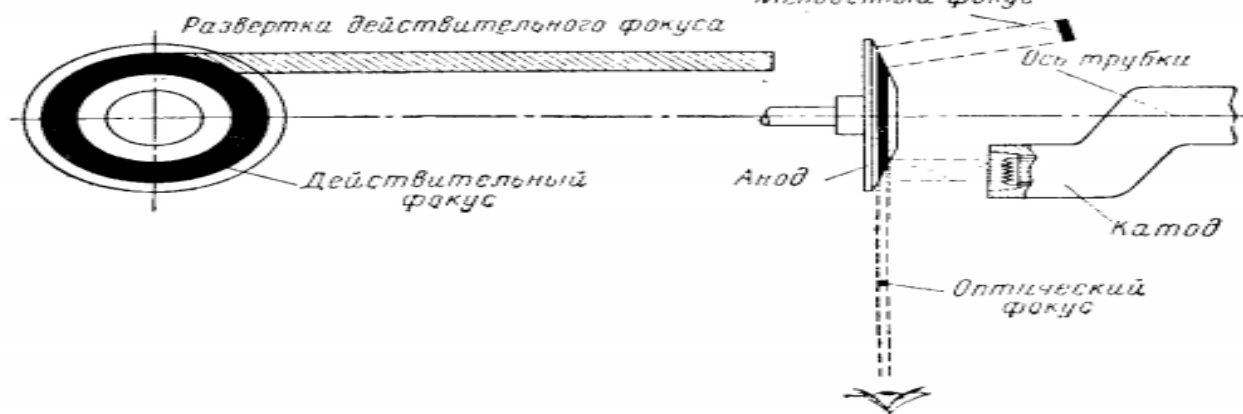
3-Rasm. To'pcha anodli terapevtik naychasi.

Terapevtik va diagnostika naychalarda dumaloq yassi spiral shaklida qilingan cho'g'lamli simdan anod oynasi odatda naychaga o'qiga 45° burchak ostida joylashtiriladi. Silindrsimon nishon shaklda uchayotgan elektronlar anod oynasining qiya yuzasiga tushib, ellips shaklida fokusli nuqta hosil qiladi. Naychanning optik xususiyatlari anod oynasida (haqiqiy fokus) haqiqiy mavjud bo'lgan fokus dog'ining o'lchami va shakli bilan emas, balki markaziy nurning yo'nalishi bo'yicha ko'rinadigan fokus dog'idir, ya'ni fokus markazidan naychanning o'qiga perpendikulyar yo'naltirilgan nur bilan aniqlanib, anod oynasi yuzasi normallini va naychanning o'qini o'z ichiga olgan tekislikda yotgan. Bu optik fokus deb ataladi va bu hol uchun aylana shaklga ega bo'ladi. Yassi spiral va aylana optik fokusli cho'g'lanma simli diagnostik naychalari hozirda faqat past quvvatli naychalar uchun qo'llaniladi, chunki naycha quvvatining oshishi fokus hajmining oshishi bilan bog'liq, vaholanki naychanning optik xususiyatlarining yomonlashishi bilan ham. Chiziqli fokus deb ataladigan ixtiro bilan juda muhim qadam bo'lgan. Chiziqli fokusli naychanning cho'g'lanma simi spiral shakliga ega bo'lib, fokuslovchi lagan shakilli jismning tubida joylashgan (4-rasm).



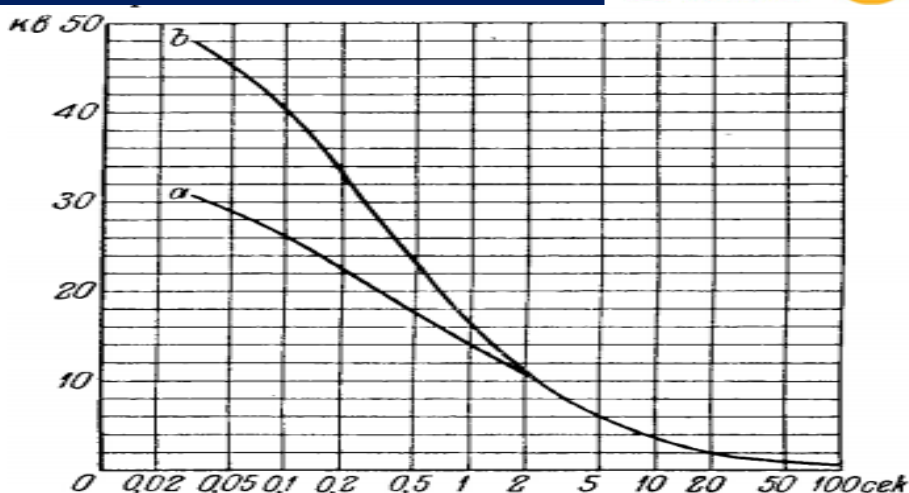
4-Rasm. Diagnostik rentgen naychasining chiziqli fokus tasviri.

Bu holda elektron nishon o'z kesimida to'rtburchaklar shaklga ega bo'lib, anod oynasiga tushadi va to'rtburchaklar shakldagi fokus dog'ini hosil qiladi. Agar to'rtburchakning tomonlar nisbatini 1:3 deb qabul qilsak va anod oynasini markaziy nurga nisbatan 450 emas, balki 19-200 burchak ostida joylashtirsak, u holda markaziy nur yo'nalishi bo'ylab to'rtburchak emas, balki tomonlari to'rtburchakning kengligiga teng bo'lgan kvadrat ko'rinadi (4-rasm). Bu kvadrat naychaning optik fokusi hisoblanadi. Uning yon tomonlarining o'lchamlari haqiqiy fokus uzunligidan uch baravar kam bo'ladi. Bir xil optik hossaga ega bo'lgan chiziqli va dumaloq fokusli naychalar uchun quvvat miqdori har xil qiymatga ega bo'lib, chiziqli fokus naycha quvvati taxminan ikki baravar ko'p bo'ladi. Biroq, chiziqli fokus naychalarda ham, ularning quvvati haqiqiy fokus o'lchamiga bog'liq bo'ladi. Haqiqiy fokus o'lcha kattalashsa optik fokus ham ortadi, shu bilan qatorda naychaning optik xususiyatlari yomonlashadi. Yuqori optik sifatlarni saqlab qolgan holda naychalarning quvvatini yanada oshirish faqat aylanadigan anodli naychalarni ixtiro qilish bilan amalga oshirildi. Bunday naychaning anod boshi kichik balandlikka ega bo'lgan o'z o'qi atrofida daqiqada taxminan 2700 marta aylanadigan kesilgan konus shaklidagi tanadan iborat (5-rasm).



5-Rasm. Aylanadigan diskli anodli naycha fokusining sxematik tasviri.

Ushbu konusning yon yuzasi anod oynasi rolini o'ynaydi va chiziqli fokus naycha oynasi kabi markaziy nurning yo'nalishi bo'yicha 190 burchak ostida joylashgan bo'ladi. Tinchlangan holatda bunday naycha chiziqli fokusli oddiy naycha kabi ishlaydi. Biroq, agar anod aylanishga majbur bo'lsa, u holda bir aylanish davomida elektron nishon anod oynasining o'zgaruvchan qismlariga tushib, anod konusining yon yuzasining bir qismini qoplaydigan va bunda lenta shaklida haqiqiy fokus hosil qilinadi. Ushbu lentaning uzunligi juda katta (taxminan 190 mm) bo'lganligi sababli, lentaning kichik kengligida ham katta haqiqiy fokusni olish mumkin, chunki bunday naychalarning optik fokusi juda kichik o'lchamlarga ega bo'ladi (1x1 mm, 2,5x2,5 mm atrofida) va bunday naychalar tomonidan olingan tasvirlarning sifati juda yuqori bo'ladi. Elektron nishoni lentali fokusning biror qismiga tushib uning qizib ketishiga olib keladi, ammo u ikkinchi marta faqat anodning to'liq aylangandan keyingina tushadi. Ushbu aylanish jarayonida bu sohada chiqarilgan issiqlikning bir qismi anoddan uzoqda olib tashlanishi mumkin. Yuqori quvvat ostida anoddan issiqlikni tez olib tashlash amalda qiyin bo'lganligi sababli, aylanadigan anodli naychalar soniyaning o'ndan va yuzdan bir qismidagi juda qisqa vaqt oralig'larda yuqori quvvatga ega bo'ladi. Ushbu oralig'da ushlab tura olinadigan naychaning afzalliklari aniq bo'lib, bir xil optik xususiyatlar ostida ularning quvvati chiziqli fokusli naychalarga qaraganda besh-sakkiz baravar katta bo'ladi. 1 soniyadan ortiq ushlab tura olinadigan aylanadigan anodli naychaning quvvati an'anaviy naychalarning quvvatidan ozgina farq qiladi (6-rasm).



6-Rasm. Aylanadigan anodli naychaning ruxsat etilgan yuklarining egri chiziqlari: a - to'rtta kenotron apparati bilan ta'minlanadiganda; b - oltita kenotron apparat bilan ta'minlanadiganda.

Odatda bir necha daqiqa bo'linish bilan yoritilish 50-80 kV kuchlanishda taxminan 0,3 kVt quvvatda 3-5 mA oraliqdagi anod toki bilan cheklanadi. Naychaning past quvvatida uning fokusi uchli-o'tkir qilib asalgan bo'lishi mumkin. Shuning uchun, rentgen xonasining ish joyida kam quvvat bilan cheklangan (suyaklar va bo'g'imlarning tasviri) tadqiqotlarni o'tkazish rejalashtirilgan hollarda o'tkir fokusli naychalardan foydalanish tavsiya etiladi. Biroq, agar rentgen xonasinin ish joyida katta quvvat talab qiladigan tadqiqotlarni o'tkazish kerak bo'lsa, unda ikkifokusli naychalardan foydalanish tavsiya etiladi. Ular katta va kichik kesimdagi elektron nishonini hosil qiladigan o'zaro o'lchamlari bo'yicha bir-biridan farq qiladigan ikkita cho'lg'amli simdan iborat bo'ladi. Bitta sim kam quvvatli tadqiqotlar uchun, ikkinchisi yuqori quvvat talab qiladigan tadqiqotlar uchun yoqiladi, masalan, 2/5 БДМД-ПО naychasi 2 kVt dan ortiq bo'lmagan naychalar uchun bitta fokus bilan jihozlangan bo'lib, ikkinchisi esa 5 kVt dan ortiq quvvatlar uchun mo'ljallangan. Naychaning anodini sovutish: Ish paytida naychaning fokus dog'idan ajraladigan issiqlik miqdori naychaning joriy quvvat miqdotining vaqt va 0,24 koeffitsientga ko'paytirilganiga teng:

$$Q=0,24Pat=0,24Ua \text{ макс } I_a \text{ cpkt}$$

fokus dog'idan issiqlik anod oynasining butun volfram plastinkasiga tarqaladi va



undan uning massiv mis boshiga o'tkaziladi. Agar naychanning ishlashi paytida anodni sovutish uchun choralar ko'rilmasa, uning harorati doimiy ravishda ko'tarila boradi. Har qanday naychani ishlab jarayonida kelib chiqadigan eng asosiy vazifa bu - bu anodda hosil bo'lgan issiqlikni qanday olib tashlashdan iboratdir. Issiqlikni yo'qotish usuliga ko'ra, rentgen naychalarini to'rt guruhga bo'lish mumkin: a) nur chiqarish jarayonida sovutish bilan; b) suvli sovutish bilan (oqava va oqava bo'lmagan suv bilan); c) havoda radiatorli sovutish bilan (tabiiy va majburiy yo'l bilan); d) moyda sovutish bilan (radiatorli va oqavali). Nur chiqarish jarayonida sovutiladigan naychalar pestikli yoki plastinkali anodli terapevtik naychalar, shuningdek diskli aylanuvchi anodli naychalar kiradi. Ma'lumki, cho'g'lanma jismlar tomonidan issiqlikning chiqishi atrofda nur tarqalishi ta'sirida sodir bo'ladi va sovutish darajasi cho'g'lanma jismining mutlaq haroratining to'rtinchi darajasiga proporsionaldir. Misol uchun, anodning mutlaq haroratining 1500 dan 21000 gacha ko'tarilishi bilan, ya'ni 1,4 marta, sovutish 1,44 ~ 3,84 martaga oshadi. Volfram anodli naychanning nur chiqarish jarayonida sovutish elektron bombardimon holatidan issiqlik holatigacha (harorat 1700-19000) keltiriladi va bu holat butun yuklash vaqti davomida saqlanib qolishi kerak. Naychanning anod toki shunday qiymat bilan, anod issiqligini tarqalish miqdori va issiqlik miqdori nurtarqalishidagi issiqlik miqdori qiymati o'rtasida muvozanat o'rnatilish qiymati bilan cheklangan bo'lishi kerak. Bunday issiqlik muvozanati anodning erish nuqtasidan ancha uzoq bo'lgan haroratda sodir bo'lishi kerak. Qizigan anod elektronlarni chiqaradi, teskari tok oqishini oldini olish uchun bunday naychalarni faqat to'g'irlagich kuchlanishli qurilmalardan quvvatlanishi mumkin.

Adabiyotlar ro'yhati:

1. Xodjibekov M.Kh., Ismailov M.Kh., Axmedov B.R. Tibbiy radiologiya. 2020, B.71
2. Umarov B.B., Avezov Q.G', Tursunov M.A. Fizikaviy tadqiqot usullari, Darslik, 2020, B.339.