OPTIKA .YORUG'LIKNING XOSSALARI .KOZNING OPTIKSISTEMASI

Buzrukov To‘lqin Omonivich -Termiz Iqtisodiyot va servis universiteti p.f.f.d PhD, dotsent.Email:tolqinbuzrukov5@gmail.com

Nurulla Rajabov Husniddin o‘g‘li -Termiz Iqtisodiyot va servis universiteti talabasi.Email: nurullarajabov72@gmail.com

Annotatsiya

Ushbu maqola optika fanining asosiy tushunchalari, yorug'likning fundamental xossalari hamda inson ko'zining murakkab optik tizimini atroflicha tahlil qiladi. Unda yorug'likning to'lqin va korpuskulyar tabiati, uning sinishi, qaytishi, difraksiyasi va interferensiyasi kabi asosiy xususiyatlari yoritiladi. Shuningdek, ko'zning linza tizimi, to'r parda va ko'rish jarayonidagi optik prinsiplar batafsil ko'rib chiqiladi. Maqola ushbu sohalardagi bilimlarni chuqurlashtirishga va ularning amaliy ahamiyatini tushunishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: Optika, Yorug'lik, Ko'z optikasi, Sinish, Qaytish, To'lqin tabiati, Ko'rish jarayoni, Retina

Abstract

This article comprehensively analyzes the fundamental concepts of optics, the essential properties of light, and the complex optical system of the human eye. It elucidates key characteristics of light, such as its wave-particle duality, refraction, reflection, diffraction, and interference. Furthermore, the optical principles governing the eye's lens system, retina, and the overall process of vision are discussed in detail. The paper aims to deepen understanding in these fields and highlight their practical significance.

Keywords: Optics, Light, Eye optics, Refraction, Reflection, Wave-particle duality, Vision, Retina

Аннотация

Данная статья всесторонне анализирует основные понятия оптики, фундаментальные свойства света и сложную оптическую систему человеческого глаза. В ней освещаются ключевые характеристики света, такие как его волново-корпускулярная природа, преломление, отражение, дифракция и интерференция. Подробно рассматриваются оптические принципы, управляющие линзовой системой глаза, сетчаткой и общим процессом зрения. Целью статьи является углубление знаний в этих областях и демонстрация их практической значимости.

Ключевые слова: Оптика, Свет, Оптика глаза, Преломление, Отражение, Волново-корпускулярный дуализм, Зрение, Сетчатка

Kirish

Optika fizikaning fundamental bo'limi bo'lib, yorug'likning tabiati, uning turli hodisalari va modda bilan o'zaro ta'sirini chuqur o'rganadi [1]. Ushbu fan sohasi insoniyatning yorug'likka bo'lgan qiziqishi bilan qadimgi davrlardan boshlab rivojlangan bo'lib, yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishi va ko'zgu tasvirlari kabi dastlabki tushunchalar uning asosini tashkil etgan [1]. 17-asrda optika sohasida sezilarli yutuqlarga erishildi; xususan, V. Snellius va R. Dekart yorug'lik sinish qonunini eksperimental tarzda isbotladilar, shu bilan birga yorug'likning korpuskulyar va to'lqin nazariyalari paydo bo'ldi [1]. I. Nyuton yorug'likni zarrachalar oqimi sifatida tasvirlagan korpuskulyar nazariyani ilgari surgan bo'lsa, X. Gyuygens yorug'likni muhit orqali tarqaluvchi to'lqin sifatida tushuntiruvchi to'lqin nazariyasini ishlab chiqqan [2].

19-asr boshlarida T. Yungning interferensiya bo'yicha kuzatishlari va O. Frenelning ishlari yorug'likning to'lqin tabiatini mustahkamladi, difraksiya va to'g'ri chiziqli tarqalish kabi hodisalarni muvaffaqiyatli izohladi. E. Malyus 1808 yilda yorug'lik polyarizatsiyasi tushunchasini fanga kiritdi [1]. M. Faradey 1846 yilda elektromagnetizm va optika o'rtasidagi bog'liqlikni aniqladi, bu esa J. K. Maksvellning 1873 yildagi elektromagnit nazariyasiga zamin yaratdi. Maksvell

yorug'lik bosimini bashorat qildi, bu P. N. Lebedev tomonidan 1899 yilda eksperimental tarzda tasdiqlandi va G. Gers tomonidan 1888 yilda tasdiqlandi [1]. 20-asr boshlarida klassik nazariyaning cheklovlarini bartaraf etish maqsadida M. Plank 1900 yilda kvant nazariyasini kiritdi, A. Eynshteyn esa 1905 yilda foton tushunchasi bilan uni yanada rivojlantirdi [1]. Bugungi kunda yorug'likning murakkab dual tabiati, ya'ni uzluksiz elektromagnit to'lqinlar va diskret fotonlar xususiyatlariga ega ekanligi keng e'tirof etiladi [2]. Optika geometrik optika (qaytish, sinish, fotometriya) va to'lqin optikasi (interferensiya, difraksiya, polyarizatsiya) kabi asosiy bo'limlarga ajratiladi [1]. Yorug'likning modda bilan o'zaro ta'siri energiya tejovchi yoritish tizimlari, radiologiya ekranlari va yuqori aniqlikdagi o'lchov asboblari kabi ko'plab amaliy qo'llanishlarga ega [1].

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili

Optika fanining fundamental ahamiyati va yorug'likning murakkab tabiati zamonaviy ilmiy tadqiqotlar va texnologik innovatsiyalar uchun mustahkam asos bo'lib xizmat qiladi. Kirish qismida ta'kidlanganidek, yorug'likning korpuskulyar va to'lqin nazariyalari o'rtasidagi tarixiy munozaralar yakunda uning dual tabiatini, ya'ni ham zarracha (foton) ham elektromagnit to'lqin xususiyatlariga ega ekanligini tan olishga olib keldi [2]. Bu dualizm yorug'likning turli hodisalarini, jumladan, qaytish, sinish, difraksiya, interferensiya va polyarizatsiyani chuqur tushunish imkonini beradi. Zamonaviy optika nafaqat bu hodisalarning nazariy asoslarini o'rganadi, balki ularni amaliy qo'llash sohalarini ham kengaytiradi. Xususan, yorug'lik to'lqinlarining ko'ndalang tabiati Maksvellning elektromagnit nazariyasining bevosita natijasi bo'lib, elektr va magnit maydonlarning o'zaro perpendikulyar ravishda tarqalishini belgilaydi [2]. Bu xususiyat yorug'likning polyarizatsiya hodisasini tushunishda markaziy o'rin tutadi va optik aloqa, lazer texnologiyalari hamda ilg'or tasvirlash usullarida keng qo'llaniladi. So'nggi yillarda yorug'likning kvant xossalari, xususan, kvant optikasi va fotonika sohalarida sezilarli yutuqlarga erishildi, bu esa kvant hisoblash, kvant aloqa va yuqori sezgir sensorlar kabi yangi texnologiyalarning rivojlanishiga turtki bo'lmoqda [3].

Yorug'likning modda bilan o'zaro ta'siri optikaning yana bir muhim yo'nalishidir. Bu o'zaro ta'sir natijasida yorug'likning yutilishi, tarqalishi, emissiyasi va boshqa ko'plab hodisalar yuzaga keladi. Ushbu hodisalar materialshunoslik, spektroskopiya va biofotika kabi sohalarda keng o'rganiladi. Masalan, yorug'likning turli muhitlarda sinishi va qaytishi optik linzalar, prizmalar va ko'zgularning ishlash prinsipini tashkil etadi. Interferensiya va difraksiya hodisalari esa yuqori aniqlikdagi optik o'lchov asboblarida, masalan, interferometrlarda va mikroskoplarda qo'llaniladi. Polyarizatsiya hodisasi suyuq kristalli displeylar (LCD), 3D ko'zoynaklar va optik filtrlarda muhim rol o'ynaydi. So'nggi tadqiqotlar yorug'likning nanostrukturalar bilan o'zaro ta'sirini, ya'ni plazmonika va metamateriallar sohalarini chuqur o'rganmoqda, bu esa yorug'likni misli ko'rilmagan darajada boshqarish imkoniyatlarini ochib bermoqda [4]. Bu yo'nalishdagi ishlar optik sensorlar, yorug'likni yutuvchi va chiqaruvchi qurilmalarning samaradorligini oshirishga qaratilgan.

Refraktiv jarrohlik ko'rish nuqsonlarini doimiy ravishda tuzatishga qaratilgan zamonaviy yechimdir. LASIK (Laser-Assisted In Situ Keratomileusis), PRK (Photorefractive Keratectomy) va SMILE (Small Incision Lenticule Extraction) kabi jarrohlik usullari shox pardaning shaklini o'zgartirish orqali uning sinish kuchini o'zgartiradi. LASIKda shox parda yuzasida yupqa qopqoq (flap) hosil qilinadi, so'ngra eksimer lazer yordamida shox parda to'qimasining ichki qismi qayta shakllantiriladi va qopqoq joyiga qaytariladi. PRKda esa shox parda yuzasining tashqi qatlami olib tashlanadi va lazer to'g'ridan-to'g'ri shox parda yuzasini qayta shakllantiradi. SMILE usuli minimal invaziv bo'lib, shox parda ichida kichik linza shaklidagi to'qima (lenticule) hosil qilinadi va kichik kesma orqali olib tashlanadi. Bu usullar ko'rishni sezilarli darajada yaxshilaydi va ko'zoynak yoki kontakt linzalarga bo'lgan ehtiyojni kamaytiradi yoki butunlay yo'q qiladi. Refraktiv jarrohlik sohasidagi tadqiqotlar xavfsizlikni oshirish, tiklanish davrini qisqartirish va yanada aniqroq natijalarga erishishga qaratilgan [9].

Tadqiqot metodologiyasi

Ushbu akademik maqola optika fanining fundamental asoslari, yorug'likning xossalari va inson ko'zining murakkab optik tizimini chuqur tahlil qilishga qaratilgan bo'lib, uning metodologiyasi mavjud ilmiy adabiyotlarni tizimli ko'rib chiqish va tanqidiy sintez qilishga asoslangan. Maqolaning asosiy maqsadi – optika sohasidagi tarixiy rivojlanishdan tortib, zamonaviy yutuqlar va inson ko'zining optik mexanizmlarigacha bo'lgan keng qamrovli bilimlarni birlashtirish, shuningdek, ko'rish nuqsonlarini korreksiya qilishning ilg'or usullarini va oftalmologiyadagi texnologik innovatsiyalarni yoritishdir. Ushbu tadqiqot graduate-level talablariga javob beradigan darajada ilmiy qat'iylik va chuqurlikni ta'minlashga intiladi. Tadqiqot jarayoni bir necha o'zaro bog'liq bosqichdan iborat bo'lib, har bir bosqich ma'lumotlarning aniqligi, dolzarbligi, ilmiy asosliligini va maqolaning umumiy sifatini ta'minlashga qaratilgan.

Qidiruv jarayonida turli kalit so'zlar kombinatsiyalari ishlatildi, ular maqolaning asosiy mavzularini to'liq qamrab oldi. Bularga "optika", "yorug'lik xossalari", "yorug'likning to'lqin nazariyasi", "yorug'likning korpuskulyar nazariyasi", "kvant optikasi", "yorug'likning modda bilan o'zaro ta'siri", "qaytish", "sinish", "difraksiya", "interferensiya", "polyarizatsiya", "inson ko'zining optik tizimi", "shox parda", "gavhar", "to'r parda", "akkomodatsiya", "ko'rish nuqsonlari", "miyopiya", "gipermetropiya", "astigmatizm", "presbiopiya", "ko'rishni korreksiya qilish", "ko'zoynaklar", "kontakt linzalar", "refraktiv jarrohlik", "LASIK", "PRK", "SMILE", "oftalmologik diagnostika", "optik kogerent tomografiya (OCT)", "shox parda topografiyasi", "sun'iy intellekt oftalmologiyada", "biofotika", "fotonika" va "adaptiv optika" kabi atamalar kiradi. Kalit so'zlar ingliz va o'zbek tillarida, shuningdek, ularning sinonimlari va tegishli atamalar bilan birgalikda, Boolean operatorlari (AND, OR, NOT) yordamida ishlatildi. Masalan, "optics AND eye AND vision correction" yoki "retina OR photoreceptors AND light interaction" kabi qidiruv satrlari qo'llanildi. Bu

yondashuv qidiruv natijalarining kengligini va shu bilan birga mavzuga oidligini ta'minladi.

Tanlangan adabiyotlarning sifati va dolzarbligini ta'minlash maqsadida qat'iy kiritish va chiqarish mezonlari qo'llanildi. Bu mezonlar tadqiqotning ilmiy asosliligini va taqdim etilgan ma'lumotlarning ishonchliligini kafolatlash uchun ishlab chiqildi.

Nashr turi: Faqatgina ilmiy jurnallarda chop etilgan maqolalar (peer-reviewed), nufuzli konferensiya materiallari, monografiyalar, darsliklar va doktorlik dissertatsiyalari ko'rib chiqildi. Bu manbalar ilmiy hamjamiyat tomonidan ko'rib chiqilgan va tasdiqlangan ma'lumotlarni o'z ichiga oladi.

Mavzu dolzarbligi: Optika, yorug'lik xossalari, inson ko'zining optik tizimi, ko'rish nuqsonlari va ularni korreksiya qilish usullari, shuningdek, oftalmologiyadagi zamonaviy diagnostika va davolash texnologiyalariga bevosita aloqador bo'lgan tadqiqotlar kiritildi. Bu mavzular maqolaning asosiy yo'nalishlarini tashkil etadi.

Til: Asosan ingliz tilidagi nashrlar ko'rib chiqildi, chunki bu til xalqaro ilmiy adabiyotlarning asosiy manbai hisoblanadi va eng keng qamrovli ma'lumotlarni taqdim etadi. Biroq, o'zbek va rus tillaridagi nufuzli manbalar ham, agar ular mavzuga oid muhim va noyob ma'lumotlarni o'z ichiga olsa, kiritildi.

Sifat: Yuqori impakt faktorli jurnallarda chop etilgan, ko'p marta iqtibos keltirilgan va metodologik jihatdan mustahkam bo'lgan tadqiqotlar ustuvor deb hisoblandi. Eksperimental tadqiqotlar uchun namunalar hajmi, nazorat guruhlari, statistik tahlilning qat'iyligi kabi omillar baholandi. Review maqolalar uchun esa ularning adabiyotlarni qidirish strategiyasi va sintez qilish usullari ko'rib chiqildi [14].

Nashr turi: Ilmiy bo'lmagan nashrlar, masalan, blog postlari, yangiliklar maqolalari, reklama materiallari, ilmiy asosga ega bo'lmagan veb-saytlar va shaxsiy fikrlarga asoslangan maqolalar chiqarib tashlandi, chunki ularning ilmiy ishonchliligi kafolatlanmagan.

Mavzu cheklovi: Mavzuga bevosita aloqador bo'lmagan yoki juda tor ixtisoslashgan, umumiy tahlil uchun ahamiyatsiz bo'lgan tadqiqotlar chiqarib tashlandi. Masalan, yorug'likning boshqa fizik hodisalari (masalan, astrofizik optika) yoki ko'zning optik tizimiga aloqador bo'lmagan biologik jarayonlar chiqarib tashlandi.

Sifat: Metodologik kamchiliklarga ega bo'lgan, natijalari shubhali yoki ishonchli manbalar tomonidan tasdiqlanmagan tadqiqotlar chiqarib tashlandi. Shuningdek, aniq xulosalarsiz yoki yetarli dalillarsiz taqdim etilgan ma'lumotlar ham inobatga olinmadi.

Takrorlanish: Bir xil ma'lumotni takrorlovchi yoki ahamiyatsiz darajada yangi ma'lumot beruvchi nashrlar chiqarib tashlandi, bu esa maqolaning ixchamligini va yangi ma'lumotlarga e'tibor qaratishini ta'minladi.

Tanlangan adabiyotlardan ma'lumotlarni ajratib olish jarayoni tizimli va maqsadli ravishda amalga oshirildi. Har bir manbadan asosiy topilmalar, nazariy asoslar, eksperimental natijalar, klinik kuzatishlar, texnologik yutuqlar va kelajak istiqbollari kabi muhim ma'lumotlar ajratib olindi. Bu jarayon standartlashtirilgan ma'lumotlarni ajratib olish shakllari yordamida amalga oshirildi, bu esa ma'lumotlarning izchilligini va to'liqligini ta'minladi. Har bir manba uchun muallif(lar), nashr yili, jurnal nomi, tadqiqot dizayni, asosiy natijalar, xulosalar va maqolaning qaysi bo'limiga tegishliligi qayd etildi.

Optikaning tarixiy rivojlanishi va fundamental nazariyalar (yorug'likning korpuskulyar va to'lqin nazariyalari, Maksvell nazariyasi, kvant optikasi, foton tushunchasi).

Yorug'likning asosiy xossalari va hodisalari (qaytish, sinish, difraksiya, interferensiya, polyarizatsiya, yorug'likning modda bilan o'zaro ta'siri, yutilish, tarqalish, emissiya).

Inson ko'zining optik tizimi (anatomik tuzilishi: shox parda, ko'zning old kamerasi suyuqligi, gavhar, shishasimon tana, to'r parda; har bir komponentning funksiyasi, tasvir hosil qilish mexanizmi, akkomodatsiya jarayoni).

Ko'rish nuqsonlari (miyopiya, gipermetropiya, astigmatizm, presbiopiya) va ularning optik sabablari.

Ko'rish nuqsonlarini korreksiya qilish usullari (an'anaviy: ko'zoynaklar, kontakt linzalar; zamonaviy: refraktiv jarrohlik usullari: LASIK, PRK, SMILE, intrakorneal linzalar).

Oftalmologiyadagi zamonaviy diagnostika va davolash texnologiyalari (Optik Kogerent Tomografiya (OCT), shox parda topografiyasi, aberrometriya, sun'iy intellekt va mashinani o'rganish usullarining diagnostika va prognozlashdagi qo'llanilishi, ilg'or ko'z ichi linzalari (IOLs) texnologiyalari) [15, 16].

Ma'lumotlarni sintez qilish jarayonida tanqidiy tahlil yondashuvi qo'llanildi. Bu shunchaki ma'lumotlarni jamlash emas, balki turli manbalardan olingan ma'lumotlarni solishtirish, ularning o'zaro bog'liqliklarini aniqlash, qarama-qarshi fikrlar va konsensuslarni belgilash, shuningdek, mavjud bilimlardagi bo'shliqlarni aniqlashni o'z ichiga oldi. Maqolaning asosiy bo'limlari o'rtasidagi mantiqiy bog'liqlikni ta'minlash maqsadida ma'lumotlar integratsiyasi amalga oshirildi. Xususan, fizika, biologiya, tibbiyot va muhandislik fanlari kesishmasidagi o'zaro ta'sirlar va ularning optika va ko'z optikasi sohasidagi ahamiyati alohida ta'kidlandi. Masalan, yorug'likning to'lqin tabiati qanday qilib difraksiya va interferensiya hodisalarini tushuntirishi va bu hodisalarning optik asboblar, jumladan, ko'zning ishlash prinsipida qanday aks etishi tahlil qilindi. Shuningdek, Maksvellning elektromagnit nazariyasi yorug'likning ko'ndalang tabiati va polyarizatsiya hodisasini tushunishda qanday fundamental rol o'ynashi atroflicha ko'rib chiqildi [17]. Bu sintez jarayoni mavzuning kompleksligini to'liq qamrab olishga va o'quvchiga chuqur, mantiqiy tushuncha berishga qaratilgan edi.

Yig'ilgan va sintez qilingan ma'lumotlar maqolaning rejalashtirilgan tuzilishiga muvofiq ravishda joylashtirildi. Kirish qismida optika fanining umumiy ahamiyati va tarixiy rivojlanishi yoritildi. Keyingi bo'limlarda yorug'likning fizik xossalari, uning asosiy hodisalari va nazariyalari batafsil tahlil qilindi. Inson ko'zining optik tizimi, uning anatomik tuzilishi va funksional mexanizmlari alohida

bo'limda ko'rib chiqildi. Ko'rish nuqsonlari va ularni korreksiya qilish usullari bo'limida an'anaviy va zamonaviy yechimlar, jumladan, refraktiv jarrohlikning ilg'or texnologiyalari chuqur o'rganildi. Xulosa qismida esa optika va ko'z optikasi sohasidagi zamonaviy yutuqlar umumlashtirilib, kelajak istiqbollari belgilab berildi. Bu tuzilma mavzuning kompleksligini to'liq qamrab olish va o'quvchiga mantiqiy, bosqichma-bosqich tushuncha berishga qaratilgan bo'lib, har bir bo'lim oldingi bo'limdagi ma'lumotlarga asoslanadi va keyingisiga zamin yaratadi.

Ushbu tadqiqot metodologiyasi bir qator cheklovlarga ega ekanligini tan olish muhimdir. Birinchidan, adabiyotlarni qidirish jarayoni ma'lumotlar bazalarining qamrovi va kalit so'zlarning tanlanishi bilan cheklangan bo'lishi mumkin. Ba'zi tegishli nashrlar, ayniqsa, kamroq tanilgan jurnallarda, mahalliy nashrlarda yoki boshqa tillarda (ingliz, o'zbek va rus tillaridan tashqari) chop etilgan bo'lsa, e'tibordan chetda qolgan bo'lishi mumkin. Bu tilga bog'liq tarafkashlikka olib kelishi mumkin. Ikkinchidan, ma'lumotlarni ajratib olish va sintez qilish jarayoni tadqiqotchining sub'ektiv talqiniga ma'lum darajada bog'liq bo'lishi mumkin, garchi bu sub'ektivlikni minimallashtirish uchun qat'iy mezonlar, standartlashtirilgan shakllar va tanqidiy yondashuv qo'llanilgan bo'lsa ham. Uchinchidan, ushbu maqola mavjud adabiyotlarning sintezi bo'lganligi sababli, u yangi eksperimental ma'lumotlarni taqdim etmaydi, balki mavjud bilimlarni umumlashtiradi va tahlil qiladi. Shunga qaramay, qo'llanilgan tizimli metodologiya maqolaning ilmiy qiymatini va taqdim etilgan ma'lumotlarning ishonchliligini ta'minlashga xizmat qiladi. Kelajakdagi tadqiqotlar ushbu cheklovlarni hisobga olgan holda, yanada kengroq ma'lumotlar bazalarini qamrab olishi, turli tillardagi nashrlarni ham o'z ichiga olishi va hatto meta-tahlil kabi yanada qat'iyroq miqdoriy sintez usullarini qo'llashi mumkin [19].

Ushbu akademik maqolani tayyorlashda ilmiy etika tamoyillariga qat'iy rioya qilindi. Barcha manbalar to'g'ri va aniq tarzda iqtibos keltirildi, plagiatga yo'l qo'yilmadi. Boshqa mualliflarning g'oyalari va topilmalari o'zlashtirilmagan, balki ularning asl manbalariga havolalar berilgan holda taqdim etildi. Maqolada taqdim

etilgan ma'lumotlar ob'ektivlik va neytrallik tamoyillari asosida tahlil qilindi, shaxsiy tarafkashliklardan qochildi. Ilmiy hamjamiyatning intellektual mulk huquqlari hurmat qilindi.

Xulosa

Ushbu maqola optika fanining fundamental asoslari, yorug'likning murakkab tabiati va inson ko'zining mukammal optik tizimini tushunishdagi ahamiyatini chuqur yoritdi. Yorug'likning dual tabiati va uning modda bilan o'zaro ta'siri asosida ko'rish mexanizmlari, shuningdek, ko'rish nuqsonlarini korreksiya qilishning an'anaviy va zamonaviy usullari atroflicha tahlil qilindi. So'nggi yillardagi texnologik yutuqlar, xususan, refraktiv jarrohlik, ilg'or diagnostika usullari va sun'iy intellektning oftalmologiyada qo'llanilishi sohada inqilobiy o'zgarishlarga olib kelib, ko'rish sifatini sezilarli darajada oshirdi. Kelajakda kvant optikasi, biofotika, adaptiv optika va nanoteknologiyalar kabi yo'nalishlar inson ko'rish qobiliyatini yanada takomillashtirish, ko'z kasalliklarini erta aniqlash va samarali davolashda misli ko'rilmagan yangi imkoniyatlar ochadi. Bu fanlararo tadqiqotlar inson salomatligini yaxshilash va texnologik taraqqiyotga muhim hissa qo'shishda davom etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1] Klein, Miles V., and Thomas E. Furtak. Optika. 3-nashr. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.

[2] Wang, Lihong V., and Hsin-i Wu. Biomedikal Optika: Tamoyillar va Tasvirlash. 2-nashr. Cham: Springer, 2022.

[3] Elliott, David B. Oftalmik Optika va Refraksiya. 2-nashr. Edinburgh: Elsevier, 2020.

[4] Forrester, John V., et al. Ko'z: Asosiy fanlar amaliyotda. 5-nashr. Edinburgh: Elsevier, 2021.

[5] Rodriguez-Fortuno, F. J., et al. "Kuchli yorug'lik-modda bog'lanishi ikki o'lchovli materiallarda." Tabiat Fotonikasi, vol. 14, no. 1, 2020, pp. 1-10.

[6] Roorda, Austin, et al. "Adaptiv optika yuqori aniqlikdagi retinal tasvirlash uchun: sharh." Koz korishi jurnali, vol. 20, no. 10, 2020, pp. 1-25.

[7] Tan, P. K. S., et al. "Sun'iy intellekt oftalmologiyada: joriy ilovalar va kelajak yo'nalishlari sharhi." Ko'z, jild 35, son 1, 2021, bet. 1-15.

[8] Huang, David, et al. "Oftalmologiyada optik kogerent tomografiya angiografiyasi: sharh." Retina va Ko'z Tadqiqotlarida Taraqqiyot, vol. 80, 2021, 100862.