

## OPTIK SISTEMALARNING NUQSONLARI (ABERRATSIYALARI) VA ULARNI YO'QOTISH USULLARI

**Tolegenova Madina Tolegenovna**

Nizomiy nomidagi TDPU Fizika va uni o'qitish metodikasi kafedrasini o'qituvchisi

**Ergasheva Maxliyoxon Murodjon qizi**

**Mustafoyeva Munisa Ulug'bek qizi**

**Adilova Gulira'no Xayrullo qizi**

3-kurs talabalari

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7492977>

**Annotatsiya.** Maqola mazmuni optik sistemalarning nuqsonlari, ya'ni aberratsiyalari hamda ularni yo'qotish usullari haqidagi nazariy ma'lumotlarni o'rganish natijasida olingan bilimlarga tayanib, ayni shu masalaga oid fikr-mulohaza yuritadi.

**Kalit so'z va iboralar:** optik sistema, aberratsiya, sferik aberratsiya, koma, xromatik aberratsiya, optik tasvir.

## ДЕФЕКТЫ (АБЕРРАЦИИ) ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

**Аннотация.** Содержание статьи основано на знаниях, полученных в результате изучения теоретических сведений о дефектах оптических систем, то есть об aberrациях и методах их устранения, и комментариях по этому вопросу.

**Ключевые слова и фразы:** оптическая система, aberrация, сферическая aberrация, кома, хроматическая aberrация, оптическое изображение.

## DEFECTS (ABERRATIONS) OF OPTICAL SYSTEMS AND METHODS OF THEIR ELIMINATION

**Abstract.** The content of the article is based on the knowledge obtained as a result of studying the theoretical information about defects of optical systems, that is, aberrations and methods of their elimination, and comments on this issue.

**Key words and phrases:** optical system, aberration, spherical aberration, coma, chromatic aberration, optical image.

Optik tizimlarning aberratsiyalari (lot. aberratio - og'ish), optik tizimlar tomonidan berilgan tasvirlardagi xatolar — ular ba'zi hollarda optik tasvirlarning unchalik aniq emasligi, ob'yektga to'liq mos kelmasligi yoki rangli bo'lib chiqishi bilan namoyon bo'ladi. Eng muhimi aberatsiyaning quyidagi turlari: sferik aberratsiya optik tasvirning kamchiliklari bo'lib, u optik o'q yaqinida o'tgan yorug'lik nurlari va optik tizimning o'qdan uzoqda joylashgan qismlaridan o'tgan nurlar (masalan, linzalar) bir nuqtada yig'ilmaydi. Sferik aberratsiyani maxsus mo'ljallangan linzalar birikmalari yordamida deyarli butunlay yo'q qilish mumkin.

Koma - optik tasvirdagi nuqson (nuqta tasviri cho'zilgan assimetrik nuqtaga o'xshaydi), yorug'lik nurlari optik tizimdan qiya o'tganda paydo bo'ladi. Oddiy linzada nuqta o'lchami linza radiusining kvadratiga va o'qqa nisbatan yorug'lik nurining moyillik burchagiga proporsionaldir. Nurning o'qqa moyilligining katta burchaklarida astigmatizm deb ataladigan aberratsiya muhim ahamiyatga ega. Agar optik tizimning o'tishi paytida sferik yorug'lik to'lqini deformatsiyalansa va sferik bo'lishni to'xtatsa, nurlar dastasi murakkablashadi: nurlar bir nuqtada emas, balki to'g'ri chiziqning ikkita o'zaro perpendikulyar segmentida bir-biridan biroz masofada kesishadi. Bunday nur astigmatizm deb ataladi va bu hodisaning o'zi ham astigmatizm deb yuritiladi. Optik tizimning

buzilish deb ataladigan aberratsiyasi butun tasvir maydonida teng bo'lmagan chiziqli kattalashtirish bilan ajralib turadi va ob'yekt va uning tasviri o'rtasidagi geometrik o'xshashlikning buzilishiga olib keladi. Optik tizimlar bir vaqtning o'zida bir nechta aberratsiyaga ega bo'lishi mumkin.

**Xromatik aberratsiya.** Linza moddasining dispersiyasi (sindirish ko'rsatkichining to'lqin uzunligiga bog'liqligi) hisobiga berilgan linza uchun turli rangli nurlarning turli xil sinishi hisobiga linzaning bitta fokusi o'rniga turli xil ranglarga mos keluvchi fokuslar bir-birlariga nisbatan siljigan bo'ladi. Binafsha nurlar va qizil nurlar uchun chizilgan  $F_b$  va  $F_q$  fokus nuqtalar ko'rsatilgan. Buning natijasida dog'ning tasviri rangli bo'lib chiqadi. Ranglarning almashinib kelishi kuzatish ekranining joylashgan o'rniga bog'liq. Tasvirning bunday buzilib rangli bo'lish nuqsoniga *xromatik aberratsiya* deb ataladi.

Xromatik aberratsiya ham sferik aberratsiya kabi miqdoriy bo'ylama xromatik aberratsiya ( $F_b$ ,  $F_q$ ) bilan xarakterlanadi. Xromatik aberratsiyani kamaytirib, imkon boricha minimumga keltirish uchun maxsus tanlab olingan moddalardan yasalgan linzalar kombinatsiyasidan foydalaniladi. Bunday eng oddiy linzalar sistemasi *kronglas* (yengil shisha sorti)dan yasalgan qavariq linza va unga yopishtirilgan *flintglas* (shishaning og'ir sorti)dan yasalgan ikki yoqlama qavariq linzadan iborat bo'ladi. Bu sistemaga yana sochuvchi linza qo'shilsa sistemasining fokus masofasi uzaytirilgan bo'ladi. Lekin fokus masofani bunday uzaytirish yana to'lqin uzunligiga bog'liq bo'ladi. Shunday qilib, xromatik aberratsiyani minimumga keltirish mumkin bo'lsa ham, uni butunlay yo'qotib bo'lmaydi.

**Koma.** Optik sistemalar sirtining egriligi sferik aberratsiyadan tashqari yana boshqa *koma* deb ataluvchi nuqsonni ham yuzaga keltiradi. Bu yerda sirtlarning egriligidan boshqa yana nurlarning optik o'qdan tashqarida yotgan nuqtaviy buyumlardan kelishi ham rol o'ynaydi.

Bu holda nuqtaviy buyumdan kelayotgan nurlar tasvir tekisligida simmetrik yoritilmagan shunday yorug' hosil qiladilarki, dog'ning shakli dumli kometani eslatadi. Shuning uchun, o'qdan tashqarida yotgan nurlar dastasini hosil qilgan bu aberratsiya «komet» so'zidan olingan bo'lib koma deb nom olgan. Koma ham jiddiy nuqsonlardan biri bo'lib, sferik aberratsiyani yo'qotishda uni ham minimumga keltirish yo'llari nazarda tutilgan bo'lishi kerak. Agar optik sistemada koma va sferik aberratsiya butunlay yo'qotilgan bo'lsa, u holda monoxromatik yorug'lik bunday sistemada barcha nuqsonlardan qutilgan ideal tasvir hosil qiladi.

**Astigmatizm.** Biror nuqtadan sistemaning o'qiga yorug'lik nurlari dastasi katta burchak ostida tushganda hosil bo'ladigan tasvir aniq bo'lmay qiyshiq nurlar (qiya tushayotgan nurlar) *astigmatizmi* deb ataluvchi nuqsonga ega bo'ladi.

Sistemaning optik markazidan ekranning joylashishigacha bo'lgan masofaga bog'liq holda nuqtaning tasviri o'zaro bir-biriga nisbatan perpendikular to'g'ri chiziqli kesmaga *siljigan to'g'ri chiziqlar* ko'rinishiga ega, ya'ni astigmatik bo'ladi.

Astigmatizmni tushuntirish uchun ba'zi bir tushuncha va kattaliklar bilan tanishib chiqaylik.

O'zaro perpendikular to'g'ri chiziqdan iborat bo'lgan ikkita tasvirning biri  $F_1$ , ikkinchisi  $F_2$  nuqtalarda hosil bo'ladi. Bu  $F_1$  va  $F_2$  nuqtalar *fokal nuqtalar* deb ataladi.  $F_1F_2$  kesma esa dastalarning *astigmatik farqi* deb ataladi. O'zaro perpendikular tasviriy kesmalar astigmatik nurlar dastasining fokal kesmalari deb ataladi. Optik sistemaning o'qidan o'tgan tekislik *meridional tekislik* deb ataladi. Bu tekislikka perpendikulyar bo'lgan tekislikni *sagittal tekislik* deb atash qabul

qilingan. Bu tekisliklar bo‘ylab o‘tgan nurlar mos ravishda *meridional va sagittal nurlar* deb ataladi.

Optik sistemalarning astigmatizmi sindiruvchi sirtlarning egrilik radiuslarini va ularning fokus masofalarini tanlash yo‘li bilan to‘g‘rilanishi mumkin. Optik sistemalarning barcha nuqsonlarini bir vaqtda to‘g‘rilash amalda mumkin emas. Har bir aniq asbobda uning qayerda qo‘llanishiga qarab u yoki bu nuqson yo‘qotiladi.

## REFERENCES

1. Ландсберг Г. С., Оптика, 4 изд., М., 1957 (Общий курс физики, т. 3); Фриш С. Э., Тиморева А. В., Курс общей физики, 7 изд., т. 3, М.
2. O‘zME. Birinchi jild. Toshkent, 2000-yil
3. Mamadazimov M.M. Sferik va amaliy astronomiyadan masalalar. -T.: «O‘qituvchi».
4. <https://jdpu.uz>
5. <http://aco.ifmo.ru/>