

## OPTIK NURLANISHINI MODULYASIYALASHNING FIZIK ASOSLARINI O‘QITISH METODIKASI

**Kurbanov Mirzaahmad**

O‘zbekiston Milliy universiteti professori

E-mail: [kurbanov1949@bk.ru](mailto:kurbanov1949@bk.ru)

**Sodiqova Shohida**

O‘zbekiston Milliy universiteti dotsenti, (PhD)

E-mail: [sohidasodikova2@gmail.com](mailto:sohidasodikova2@gmail.com)

### ANNOTATSIYA

Maqolada optik eltuvchini tashqi usul bilan, ya’ni modulyasiyalovchi qurilmalar yordamida modulyasiyalash uchun elektrooptik, akustooptik, magnitooptik hodisalar, shuningdek, turli xil fotoeffektlardan keng foydalaniladi. Elektrooptik hodisalar modada tashqi elektr maydoni ta’sirida optikaizotropiya (moda xususiyatlarining turli yo‘nalishlarda farqlanish xususiyati) vujudga kelishi bilan tavsiflanishi, natijada moddaning dielektrik singdiruvchanligi, sindirish ko‘rsatkichi o‘zgarishi bayuon etilgan.

**Kalit so‘zlar:** modulyasiya, elektrooptik, akustooptik, magnitooptik, sindirish ko‘rsatkich, qutblanish, elektr maydon kuchlanganligi, Pokkels elektrooptik doimiysi, anizotrop, faza farqi, yorug‘lik to‘lqini.

## PHYSICS OF OPTICAL RADIATION MODULATION METHODOLOGY OF TEACHING THE FUNDAMENTALS

**Kurbanov Mirzaahmad**

Professor of the National University of Uzbekistan,

E-mail: [kurbanov1949@bk.ru](mailto:kurbanov1949@bk.ru)

**Sodikova Shokhida**

Associate Professor of the National University of Uzbekistan (PhD)

E-mail: [sohidasodikova2@gmail.com](mailto:sohidasodikova2@gmail.com)

### ABSTRACT

In the article, electro-optical, acousto-optical, magneto-optical phenomena for modulating the optical carrier by an external method, i.e. using modulating devices, and various photo effects are widely used. Electro-optical phenomena are characterized by the appearance of optical isotropy (differentiation of the properties of the mode in different directions) under the influence of an external electric field in the fashion, as a result, the change in the dielectric constant and refractive index of the substance is reported.

**Keywords:** modulation, electrooptic, acoustooptic, magneto optic, refractive index, polarization, electric field strength, Pockels electrooptic constant, anisotropic, phase difference, light wave.

### **KIRISH (ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION)**

Elektrooptik hodisalar, odatda, moda bo‘ylab tarqalayotgan yorug‘lik nurining ikkita nurga ajralishi hodisasi bilan birgalikda yuz beradi. Odatiy va noodatiy nurlar deb yuritiladigan bu nurlar turli tezlik bilan tarqaladi va turlicha qutblangan bo‘ladi. Agar bunday kristallarda o‘zaro perpendikulyar bo‘lgan x va u yo‘nalishlar ajratilsa, yorug‘likning sindirish ko‘rsatkichi bu yo‘nalishlarning har birida, umuman olganda, turlicha bo‘ladi. Kristallning bu yo‘nalishlari bo‘yicha sindirish ko‘rsatkichlarini  $n_x, n_y$  orqali belgilaylik. Sindirish ko‘rsatkichi har ikkala yo‘nalish bo‘yicha o‘zaro farqlanadigan bunday kristallar ikki o‘qli kristallar deb ataladi. x va y yo‘nalishlar bo‘yicha optik jihatdan bir jinsli, ya‘ni  $n_x \approx n_y \approx n_z$  bo‘lgan kristallar esa bir o‘qli kristallar deb ataladi. Bir o‘qli kristallarda odatiy yorug‘lik to‘lqini uchun sindirish ko‘rsatkichi  $n_0 = n_x = n_y$ , noodatiy to‘lqin uchun esa  $n_n = n_z$  ga teng bo‘ladi.

### **ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA (ЛИТЕРАТУРА И МЕТОДОЛОГИЯ / METHODS)**

Bu turdagi kristallarda yorug‘lik nurining z o‘qi bo‘yicha tarqalish chog‘ida uning tezligi qutblanish holatiga bog‘liq bo‘lmaydi. Agar kristalga yorug‘lik nurining tarqalish yo‘nalishiga ko‘ndalang yo‘nalishda elektr maydoni qo‘yilsa, sindirish ko‘rsatkichlari  $n_x$  va  $n_y$  orasidagi tenglik buziladi va kristallik ikki o‘qli bo‘lib qoladi. Natijada x va y o‘qlari bo‘yicha qutblangan yorug‘lik to‘lqinlarining muhit bo‘yicha tarqalish tezligi ham bir-biridan farq qila boshlaydi. Y o‘qi bo‘ylab tarqalayotgan odatiy yorug‘lik to‘lqini uchun sindirish ko‘rsatkichi elektr maydon kuchlanganligining ortishi bilan chiziqli tarzda o‘zgaradi:

$$n_0(E) = n_0 + r_p E, \quad (1)$$

bunda  $r_p$ - Pockels elektrooptik doimiysi; E-elektr maydon kuchlanganligi;  $n_0$ -sindirish ko‘rsatkichining maydon bo‘lmagan holda, ya‘ni  $E=0$  bo‘lgan holdagi qiymati. Sindirish ko‘rsatkichining elektr maydon kuchlanganligiga proporsional tarzda o‘zgarishidan iborat hodisa chiziqli elektrooptik effekt yoki Pockels effekti deb yuritiladi. Shunday qilib, tashqi elektr maydoni ta‘sirida boshlang‘ich bir o‘qli kristallik ikki o‘qli kristall xususiyatlarini namoyon etadi va sindirish ko‘rsatkichining o‘zgarishi natijasida u optik jihatdan anizotrop bo‘lib qoladi. Yorug‘lik to‘lqini bunday kristall

bo‘ylab muayyan masofani o‘tganida yorug‘lik to‘lqinining y va x yo‘nalishlar bo‘yicha tashkil etuvchilari orasida

$$\Delta\varphi = 2\pi n_0^2 r_p EL/\lambda \quad (2)$$

ga teng faza farqi vujudga keladi [1, 59-71 b.].

**NATIJALAR (РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS)**

Nurlanishning kristall bo‘ylab tarqalishi jarayonida turlicha qutblangan signallar orasidagi faza farqi o‘zgaradi. Natijada kirish va chiqish signallarining qutblanishi turlicha bo‘lib qoladi. Yorug‘lik nurining tarqalish masofasi va bunga mos ravishda hosil bo‘lgan faza farqiga qarab, chiqish signalining qutblanishi quyidagi jadvalda (1 - rasm.) ko‘rsatilgan tarzda o‘zgaradi [2, 166-175 b.].

$\Delta\varphi_{os}$	0	$\pi/4$	$\pi/2$	$3\pi/2$	$\pi$	$5\pi/4$	$3\pi/2$	$7\pi/4$	$2\pi$
<i>Qutblanganlik</i>									

**1 -rasm.** Chiqish yorug‘lik nurlanishi qutblanganlik holatining uning y va x yo‘nalishlari bo‘yicha tashkil etuvchi orasidagi faza farqiga bog‘liqligi.

Yorug‘lik nurining tarqalish yo‘nalishi z va elektr maydoni kuchlanganligi yo‘nalishining o‘zaro joylashuviga qarab, bo‘ylama ( $z \parallel E$ ) va ko‘ndalang ( $z \perp E$ ) Pokkelc hodisalari farqlanadi. Optik eltuvchini signalga mos ravishda modulyasiyalashda, umuman olganda, Kerr elektrooptik hodisasidan ham foydalanish mumkin. Bu holda sindirish ko‘rsatkichi va elektr maydon kuchlanganligi orasidagi bog‘lanish quyidagi munosabat orqali ifodalanadi:

$$n_0(E) = n_0 + r_k E^2, \quad (3)$$

bunda  $r_k$ - Kerr elektrooptik doimiysi, uning qiymati modaning tabiati, harorat va signalning to‘lqin uzunligiga bog‘liq. Elektr maydoni qo‘yilishidan keyingi va oldingi optik signallar orasida vujudga keladigan faza farqi bu holda quyidagi munosabat bilan ifodalanadi:  $\Delta\varphi = 2\pi r_k LE^2$  (4)

L-yorug‘lik signali tomonidan kristall bo‘ylab bosib o‘tilgan masofaning uzunligi. Bu ifodadan ko‘rinadiki, Kerr hodisasi (effekti) chog‘ida faza siljishi elektr maydoni kuchlanganligining o‘zgarishi bilan kvadratik qonun bo‘yicha o‘zgaradi. Shu sababdan uni kvadratik elektrooptik hodisa deb ataladi [3,189-192 b.].

**MUHOKAMA (ОБСУЖДЕНИЕ / DISCUSSION)**

Tovush to‘lqinlari va optik nurlanishning o‘zaro ta’sirlashuviga asoslangan akustooptik hodisalarning mohiyati shundaki, tovush to‘lqini optik muhit sirtida sindirish ko‘rsatkichini davriy qonuniyat bilan o‘zgartiruvchi va difraksiya panjarasi vazifasini o‘tovchi tuzilma hosil qiladi. Bu hodisaga asoslangan modulyasiyalash

jarayonida Breg yoki Raman-Natt difraksiyalarining hosil bo'lish shartlaridan foydalaniladi. Chunonchi, birinchi holda bu shart quyidagi munosabat bilan aniqlanadi:

$$2\lambda_{av}\sin\theta = m\lambda, \quad (5)$$

bunda  $\lambda_{av}$  - tovush to'liqining uzunligi - panjara doimiysi vazifasini o'tovchi kattalik;  $m$ -difraksiya tartibi;  $\lambda$ -yorug'lik nurlanishining to'liq uzunligi;  $\theta$ -yorug'lik nurining akustooptik moda sirtiga tushish burchagi.

Axborot eltuvchisini modulyasiyalash jarayoni bu holda amplituda bo'yicha modulyasiyalangan tovush to'liqini vositasida amalga oshiriladi. Bu to'liqning akustooptik moda bilan ta'sirlashuvi chiqish to'liqini - difraksiyalangan to'liq intensivligi (jadalligi)ni modulyasiyalaydi. Magnitooptik hodisa (effekt) - magnit maydoni ta'sirida optik moda parametrlarining o'zgarishi bilan bog'liq hodisadir. Bu hodisani turli qutblanishga ega bo'lgan yorug'lik to'liqlari tarqalish tezligining farqi bilan tushuntiriladi. Faraz qilaylik, chiziqli tarzda qutblangan monoxromatik yorug'lik to'liqini induksiya B ga teng bo'lgan magnit maydoniga joylashtirilgan optik modaga tarqalish yo'nalishi magnit maydoni yo'nalishiga mos holda tushayotgan bo'lsin. Ma'lumki, chiziqli qutblangan yorug'lik to'liqining turlicha qutblanishli ikkita to'liqning yig'indisi deb qarash mumkin. Magnit maydoni ta'sirida bu to'liqlar uchun sindirish ko'rsatkichi o'zaro farq qilib  $n_1, n_2$  bo'lib qoladi. Natijada moda bo'ylab L masofaga tarqalgan bu to'liqlar orasida quyidagi faza farqi vujudga keladi:

$$\Delta\varphi = \frac{\omega L(n_1 - n_2)}{c}, \quad (6)$$

bunda  $n_1 - n_2$  fotoo'tkazuvchanlik hodisasining mohiyati shundaki, yorug'lik oqimi ta'sirida yarimo'tkazgich xossasiga ega bo'lgan modaning elektr o'tkazuvchanligi o'zgaradi (ortadi yoki kamayadi). Bu o'zgarish modaning optik parametrlariga, jumladan, uning sindirish ko'rsatkichiga ta'sir ko'rsatadi.

### **XULOSA (ЗАКЛЮЧЕНИЕ / CONCLUSION)**

Ushbu hodisadan yorug'lik nurlanishini modulyasiyalash maqsadida foydalanish imkonini beradi. Fotoxrom effekti maxsus aralashmali noorganik shisha, organik polimerlar kabi modalar rangining qisqa to'liqlar diapazonidagi ultrabinafsha yoki ko'zga ko'rinuvchi qisqa to'liqli nurlanish oqimi ta'sirida o'zgarishi bilan sodir bo'ladi. Bu holda modaning dastlabki holatiga qaytarish uchun unga infraqizil diapazonli yorug'lik bilan ta'sir etish yoki uni isitish talab etiladi. Amorf tuzilishli yarimo'tkazgichlarda kuzatiladigan fotokristallik effekti shunday hodisaki, unda yuqori intensivlikka ega bo'lgan yorug'lik oqimi ta'sirida modaning kristallanish tarzi va shu tariqa sindirish ko'rsatkichining qiymatining o'zgarishi yuz beradi.

**FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI: (REFERENCES)**

1. Ahmadjonov O. (1983). Fizika kursi, optika, atom va yadro fizikasi. Darslik. O‘qituvchi.
2. Ahmadjonov O. (1988). Fizika kursi, Elektr, magnetizm, to‘lqinlar. Darslik. O‘qituvchi.
3. Sodikova Sh.M., Otajonov Sh., Kurbanov M. (2020). Lazerlar va ularning amaliyotdagi o‘rni. O‘quv qo‘llanma. Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi.