

**P-N O‘TISHLI FOTOELEMENTNING VOLT-AMPER  
XARAKTERISTIKASI VA QUVVATINI TASHQI TA’SIRLARGA  
SEZGIRLIGI.**

*Majidova Gulnoza Nurmuxamedovna,*

*Namangan muhandislik-qurilish instituti, Islom Karimov ko‘cha 12 uy, Namangan  
160103, Uzbekiston*

*Gmail: [m.gulnoza.1985@gmail.com](mailto:m.gulnoza.1985@gmail.com)*

**Annotatsiya:** Ushbu ishimizda diodning volt-ampere xarakteristikasiga magnit maydoni va yo‘rug‘likni ta‘sirini o‘rganib chiqilgan. Dioddan tok oqa boshlaganda ko‘ndalang kesim bo‘ylab yuzaga keluvchi Xoll kuchlanishi magnit maydonning oshishi bilan ortib boradi. Buning natijasida dioddan o‘tayotgan tok magnit maydonning qiymatiga proporsional ravishda kamayib borishini sabablari o‘rganilgan. Magnit maydoni dioddagi fototoklarni maydonning ortishi bilan monoton ravishda kamayishiga sabab bo‘lishi izoxlangan.

**Kalit so‘zlar:** Xoll kuchlanishi, VAX-volt-ampere xarakteristika, fotomagnitoelektron, fotoelektron, fotokovak, baza qarshilik, sirqish qarshilik, fototok,

**ВОЛЬТ-АМПЕР ХАРАКТЕРИСТИКИ И МОЩНОСТЬ  
ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ФОТОЭЛЕМЕНТА P-N ПЕРЕХОДА К  
ВНЕШНИМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ.**

*Majidova Gulnoza Nurmuxamedovna,*

*Наманганский инженерно-строительный институт, ул. И.Каримова, 12,  
Наманган 160103, Узбекистан*

*Gmail: [m.gulnoza.1985@gmail.com](mailto:m.gulnoza.1985@gmail.com)*

**Аннотация:** В данной работе исследуется влияние и направления магнитного поля на вольт-амперные характеристики диода. Когда через диод начинает течь ток, напряжение Холла по сечению увеличивается с

увеличением магнитного поля. В результате причины ток, протекающий через диод, уменьшается пропорционально величине магнитного поля. Это объясняется тем, что магнитное поле вызывает монотонное уменьшение фототоков в диоде с увеличением поля.

**Ключевые слова:** напряжение Холла, ВАХ, фотомагнитная ЭДС, фотоэлектрон, фотодырок, сопротивления база, сопротивления утечки, фототок.

## **VOLT-AMP CHARACTERISTICS AND POWER SENSITIVITY OF PHOTOCELL P-N TRANSITION TO EXTERNAL INFLUENCES.**

*Majidova Gulnoza Nurmuxamedovna,*

*Namangan Engineering Construction Institute, 12, I.Karimov Str Namangan  
160103, Uzbekistan*

*Gmail: [m.gulnoza.1985@gmail.com](mailto:m.gulnoza.1985@gmail.com)*

**Abstract:** In this work, the influence of the magnetic field and direction on the current-voltage characteristics of the diode is investigated. When current begins to flow through the diode, the Hall voltage across the cross section increases with increasing magnetic field. As a result of the cause, the current flowing through the diode decreases in proportion to the magnitude of the magnetic field. This is explained by the fact that the magnetic field causes a monotonic decrease in the photocurrents in the diode with increasing field.

**Key words:** Hall voltage, I–V characteristics, photomagnetic EMF, photoelectron, photoholes, base resistance, leakage resistance, photocurrent.

### **Kirish.**

Bugungi kunda kremniy asosli, perovskite, organik turdagi quyosh elementlari ixtro qilinmoqda. Bularning orasidan keng miqyosda ishlab chiqarilayotgani –kremniy asosli quyosh elementi. Chunki, kremniy elementi yer yuzida eng keng tarqalgan. Lekin foydali ish koeffitsienti ishlab chiqarishda 19.6 % ni tashkil etmoqda. Boshqa turdagi quyosh elementlarining laboratoriya sharoitida foydali ish koeffitsienti 20–40 % atrofida ammo tannarx jihatidan juda

ham qimmat. Bu esa keng miqyosda ishlab chiqarish uchun tadbiq qilishga to'sqinlik qilmoqda. Shuni takidlashimiz joizki, qilinayotgan ixtirolar eng avvalo jamiyat uchun foydali bo'lmog'i zarur. Quyosh elementlarini foydali ish koeffitsientini oshirish uchun unga tashqi ta'sirlarni o'rganish maqsadga muvofiqdir[1].

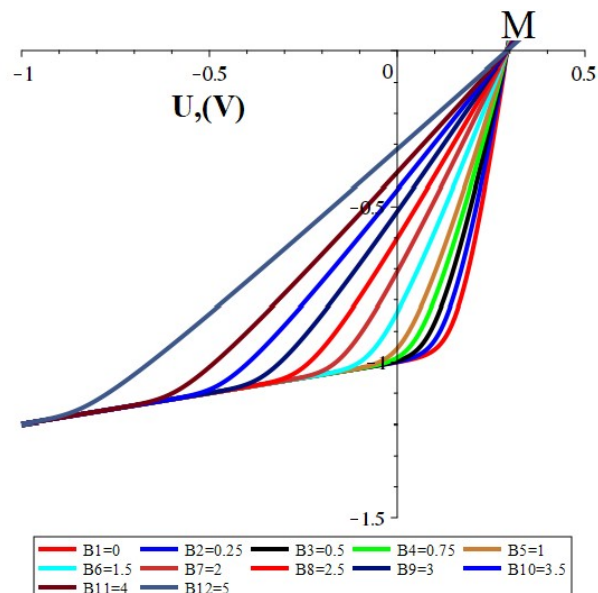
p-n o'tish asosida olingan diodlarni VAX si ifodalovchi Shokli ifodasi diodlarga turli tashqi ta'sirlar berilganda boshqacha tus oladi.

Agar biz p-n o'tishli diodga bir vaqtning o'zida ham magnit maydon ham yorug'lik ta'sir qildirganimizda quyidagi formulaga ega bo'lamiz.

$$j = j_s \left( e^{\frac{e\varphi_0}{kT} + \frac{e(\varphi_0 - U - U_1 + J((R_b - AU^n) + aR_s J\beta))}{kT_c}} - 1 \right) + \frac{U}{R_u} - J_f \quad (1)$$

Bu yerda Rb- baza qarshiligi, R-Xoll doimiysi, Ru-sirqish qarshiligi, Jf-fototok

Ushbu ifodaga tegishli son qiymatlarini qo'yib VAXni grafigini olganimizda



1-rasm.Magnit maydon va yorug'lik ta'sirida VAX

Bu grafikdan ko`rinadiki magnit va foto ta`sirida VAXda fotomagnitoelektr hosil bo`lib, magnit maydon ortishi bilan fototokning kamayishi kuzatiladi. Magnit maydon  $0 < B < 5$  oralig`ida qisqa tutashuv fototoki 1 dan 0.3 gacha kamayishi kuzatiladi. Bu xodisani qo`yidagicha izohlaymiz:

P-n o`tishga va Lorens kuchiga fototok perpendikulyar yo`nalgan bo`lib, Lorens kuchi hisobiga fotoelektron va fotokovaklarning trayektoriyalari egiladi. P-n tekisligi bo`ylab Xoll kuchlanishi p-n o`tish potensial to`siq balandligini o`zgartirib yuboradi. Buning natijasida p-n o`tish ko`ndalang kesimida potensial to`siq balandligi va xajmiy zaryad kengligi o`zgaruvchan bo`ladi. Dioddan o`tayotgan tok asosan potensial to`siqning eng kam bo`lgan sohasidan o`ta boshlaydi. Potensial to`siq katta bo`lgan sohalarda esa tok zichligining qiymati keskin kamaya boshlaydi. Buning natijasida natijaviy dioddan o`tayotgan to`la tok magnit maydonining ortishi bilan keskin kamaya boshlaydi.

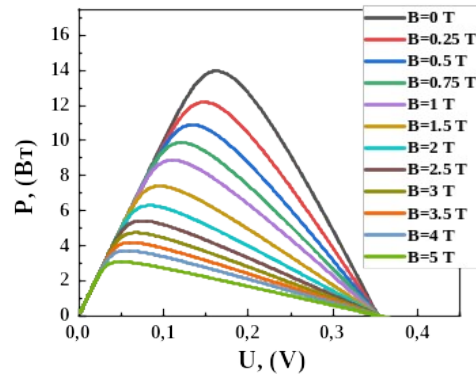
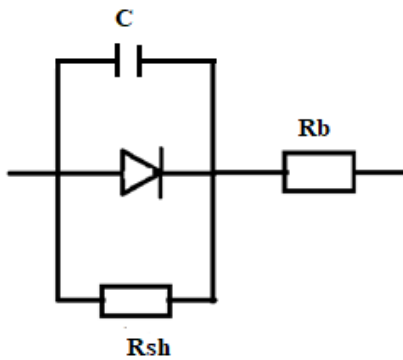
Dastlab magnit maydoni bo'lmaganda tok zichligi p-n o'tishning butun kesimi bo'ylab bir xil bo'lgan bo'lsa magnit maydoni tok zichligining diod kesimi bo'ylab notekis taqsimlanishiga sabab bo'ladi. Dioddan oqayotgan tok p-n o'tishning chetiga qisilgandek bo'ladi.

Agarda Xoll kuchlanishi diod ko'ndalang kesimi bo'ylab potensial to'siq balandligining bir tarafdin ikkinchi tomonga oshirib borsa, potensial to'siqning ko'tarilgan sohalarida tok zichligi keskin kamayadi. Bu xodisani diodning tok o'tayotgan ko'ndalang kesimini magnit maydoni ta'sirida kamayib borayotganday tasavvur qilish mumkin. Boshqacha qilib aytgandigan bo'lsak diodning tok o'tkazuvchi ko'ndalang kesimini effektiv qiymatini magnit maydoni ortishi bilan kamayib borayotganday tasavvur qilishimiz mumkin [2-3].

p-n o'tishning volt-amper xarakteristikasiga magnit maydon va yorug'likni ta'sir ettirib, kuchlanishni ko'paytirish orqali fotoelementning quvvatini ifodalovchi formula keltirib chiqarib olamiz.

$$P = \left( j_s \left( e^{\frac{e\varphi_0}{kT}} - \frac{e^{\left( \varphi_0 - U - U_i + J((R_b - AU^n) + a \frac{R_s JB}{1}) \right)}}{kT_e} - 1 \right) + \frac{U - J((R_b - AU^n))}{R_u} - J_f \right) \cdot U \quad (1)$$

Bu formulaga qo'yidagi son qiymatlarni qo'ysak, quvvatni kuchlanishga bog'liq grafigi va ekvivalent sxemasini olamiz( 2 -rasm).



2-rasm. Ekvivalent sxema

Quvvatning turli magnit maydonlar

### ko'rinishi

### ta'sirida kuchlanishga bog'liqligi

Grafik taxlilidan ko'rinadiki B ortib borgan sari fotoelementning maksimal quvvati kamayib borar ekan. p-n o'tishning VAXsiga magnit maydonning son qiymatidan tashqari yo'nalishi ta'sir qilishi ham o'rganilgan. Dioddan o'tayotgan tok zichligi yo'nalishi bilan magnit maydonning yo'nalishi orasidagi burchak potensial to'siq balandligiga ta'sir qiladi. Buning natijasida dioddan o'tayotgan tok magnit maydonning yo'nalishiga bog'liq bo'ladi.

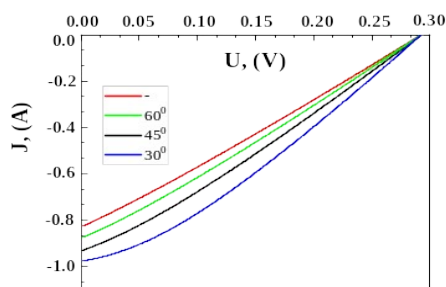
Bu esa o'z navbatida diodning VAXiga magnit maydonning p-n o'tish tekisligiga qanday yo'nalgan ekanligiga bog'liq bo'ladi. Magnit maydonni induksiyasining p-n o'tish tekisligiga perpendikulyar yo'nalishi bilan hosil qilingan burchagi dioddagi kuchlanishga  $\varphi = \varphi_0 + \Delta\varphi \sin^2 \alpha$  ko'rinishida o'zgarishini tajribada aniqlangan[4-5]. Biroq bu yerda ikkinchi xad  $\Delta\varphi \sin^2 \alpha$  imperik tanlab olingan. Nazariy jihatdan asoslanmagan.

Bizga ma'lumki magnit maydonda harakatlanayotgan zaryadlarga ta'sir qiluvchi kuch Lorens kuchi bo'lib  $F = qB\beta \sin \alpha$  burchak sinusining birinchi darajasiga bog'liq bo'ladi.

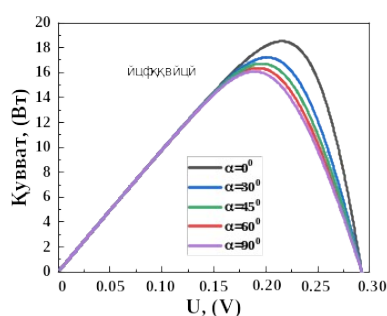
Shuning uchun na'munada yuzaga keluvchi Xoll kuchlanishi ham  $\sin \alpha$  ga proporsional bo'lishi kerak. Basharti tok kuch chiziqlarining magnit magnit maydonida egilishini hisobga oladigan bo'lsak u holda Xoll kuchlanishi-ning p-n o'tish tekisligiga perpendikulyar tashkil etuvchisi yuzaga keladi. Bu esa p-n o'tishga qo'shilgan tashqi kuchlanishga qo'shimcha Xoll kuchlanishiga proporsional bo'lgan qo'shimcha kuchlanishni hosil bo'lishiga olib keladi. Agarda magnit maydoni hisobiga yuzaga keluvchi Xoll kuchlanishi bilan bog'liq bo'lgan potensial to'siq balandligini o'zgarishini hisobga olsak, dioddan o'tayotgan tokning magnit maydoniga bog'liqligini (2) ifoda ko'rinishda yozishimiz mumkin [6].

$$P = \left( j_s \left( e^{\frac{e\phi_0}{kT} - \frac{e(\phi_0 - U - U_1 + J((R_b - AU^n) + aR_x J \beta \sin \alpha))}{kT_c}} - 1 \right) + \frac{U - J((R_b - AU^n))}{R_u} - J_f \right) \cdot U, \quad (2)$$

Bu yerda potensial to'siqning balandligini o'zgarishi  $\sin \alpha$  ga proporsional bo'ladi. Yorug'lik tushayotgan diod VAXning magnit maydoning yo'nalishiga bog'liq bo'lgan grafiklari (3) rasmda keltirilgan.



**3-rasm. Magnit maydon turli yo'nalishi uchun VAXni o'zgarishi**



**4-rasm. magnit maydoni turli burchaklar uchun quvvatning kuchlanishga bog'liqlik grafigi**

VAXning magnit maydon bilan tok orasidagi burchakga bog'liqligi fotoelementning quvvatiga ham ta'sir qiladi [7-8]. VAXning ifodasidan foydalanib fotoelementning quvvatini burchakka bog'liqligini grafiklarini olaylik. (4) rasmda

fotoelement quvvatining (2) ifodalardan foydalangan holda turli burchaklar uchun quvvatning kuchlanishga bog‘liqlik grafiklari keltirilgan.

### **XULOSA.**

Magnit maydoni dioddagi fototoklarni maydonning ortishi bilan monoton ravishda kamayishiga sabab bo‘ladi. Grafiklardan ko‘rinib turibdiki, turli burchaklar uchun quvvat grafiklari ham turlicha bo‘lgan.  $\alpha$  burchak 0 bo‘lgan hol uchun fotoelementning quvvati berilgan magnit maydonida eng katta qiymatga erishgan. Shunday qilib magnit maydonining yo‘nalishini o‘zgartirish yo‘li bilan fotoelementda ishlab chiqarilayotgan foydali quvvatga ta’sir o‘tkazish mumkin. Bu esa magnit maydoni orqali fotoelement foydali quvvatini boshqarish imkonini beradi.

### **ADABIYOTLAR**

1. В.И. Стафеев, Э.И.Каракушан “Магнитодиоды”, Наука, 1975г
2. D. Yang, F. Wang, Y. Ren, Y. Zuo // A Large Magnetoresistance Effect in p–n Junction Devices by the Space-Charge Effect// *Adv. Funct. Mater*, 2013. V.23. P. 2918–2923.
3. T. Wang, M. Si, D. Yang //Angular dependence of the magnetoresistance effect in a silicon based p–n junction device// *Nanoscale*, 2014. V.6. P. 3978–3983.
4. G. Gulyamov, G. N. Majidova // p-n o‘tishli fotoelement to‘ldirish koeffitsienti va effektivligiga zaryad tashuvchilarning qizishini ta’siri// *Research and implementation*. – 2023.
5. G Gulyamov, F Mukhitdinova, G Majidova // [Changing the Voltage of the pn Junction in a Magnetic Field](#)//- e-Journal of Surface Science and Nanotechnology, 2023
6. G Gulyamov, G Majidova // [Influence of electron and phonon heating on the characteristics of solar photocells](#)//Romanian Journal of Physics, 2023, T68.P.607

7. G.Gulyamov, B.T.Abdulazizov, P.J.Baymatov // Three-band simulation of the g-factor of an electron in an InAs quantum well in strong magnetic fields // Journal of Nanomaterials ,Volume 2021, Article ID 5542559, <https://doi.org/10.1155/2021/5542559>
8. B.T. Abdulazizov/Cyclotron mass of an electron in strong magnetic fields in a wide InAs quantum well/ *Eurasian Journal of Physics and Functional Materials* 2022, 6(1), 32-37, DOI:10.32523/ejpfm.2022060103