

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI  
FARG'ONA DAVLAT UNIVERSITETI

**FarDU.  
ILMIY  
XABARLAR**

1995-yildan nashr etiladi  
Yilda 6 marta chiqadi

3-2024

**НАУЧНЫЙ  
ВЕСТНИК.  
ФерГУ**

Издаётся с 1995 года  
Выходит 6 раз в год

<b>N.N.Tashatov, M.K.Onarkulov, Askarbekkizi Akbota</b> Axborot xavfsizligi xavflarini tahlil qilish va baholash usullari .....	7
<b>G.S.Uzoqova, J.N.Xo'jamberdiyeva</b> Fizika ta'limida o'quv-tadqiqot faoliyatini shakllantirish tamoyillari .....	12
<b>B.K.Abduraimova, Sh.A.Ro'zaliyev, Kayrat Dinara Kayratkizi</b> Axborot xavfsizligini tekshirish usullarini tahlil qilish .....	19
<b>N.N.Tashatov, Orazymbetova Aidana Zhandoskyzy, I.N.Tojimatov</b> Ma'lumotlarni yaxlitligi buzilishi xavfining matematik modellari .....	24
<b>Sh.A.Yuldashev, R.T.To'lanova</b> Xalkogenid yupqa pardalarining mikroparametrlarini aniqlash.....	30
<b>K.O.Rakhimov, Z.X.Mamatova, Tazhikenova Nurzhanar Kabikenkizi</b> Common phishing attacks in Kazakhstan and ways to protect citizens from internet scammers .....	37
<b>K.O.Рахимов, К.Б.Буланов, Ш.М.Ибрагимов</b> Изучение эффективности инструментов с открытым исходным кодом для восстановления нетрадиционно удаленных данных .....	43
<b>K.O.Рахимов, M.K.Онаркулов, Д.Б.Каримова</b> Использование облачных технологий в анализе уязвимостей программного обеспечения .....	47
<b>M.K.Онаркулов, Ш.А.Рузалиев, Камбар Нортилеу Сейтказиули</b> Способы защиты информации от компьютерных вирусов .....	52

<b>A.B.Yulchiev, Sh.Yuldashev, I.R.Askarov</b> Development of the oil base of cream-perfumed soaps with the help of blended oil compositions .....	61
<b>M.I.Payg'amova, G'M.Ochilov</b> Uglerodli xomashyolar asosida ko'mir adsorbentlar olish va ularning fizik-kimyoviy xossalari .....	67
<b>S.A.Mamatkulova, I.R.Askarov</b> Studying the flavonoid composition of the biological supplement of anice and cilorant.....	72
<b>D.G'.Xamidov, S.F.Fozilov, M.Y.Ismoilov, M.Q.To'raqulova</b> Gossipol qatroni asosida olingan surkov materialining sifat ko'rsatkichlari .....	76
<b>S.A.Mamatkulova, T.E.Usmanova, I.R.Askarov</b> Determination of the amount of flavonoids in paulownia and rosmarinus plant leaves .....	82
<b>Д.А.Мансуров, А.Х.Хаитбаев, Х.Х.Хайитбоэв, Д.Г.Омонов, Ш.Ш.Тургунбоев</b> Изучение биологической активности цитраля с помощью методов виртуального скрининга .....	85
<b>З.А.Хамракулов</b> Агрохимическая эффективность хлора кальций – магниевое дефолианта .....	92
<b>A.A.Ibroximov, N.B.Ibroximova, I.J.Jalolov</b> Oqchangal ( <i>Nitraria sp</i> ) o'simligining bargi va urug'i makro va mikroelement tarkibini ICP-MS usulida o'rganish.....	103
<b>O.A.Abduhamidova, O.M.Nazarov</b> Yerqalampir o'simligining makro va mikroelement tarkibini o'rganish .....	111
<b>M.K.Saliyeva, O.E.Ziyadullayev, G.Q.Otamuxamedova</b> Molekulasida geteroatom saqlagan atsetilen spirtlari ishtirokida murakkab efirlar sintezi .....	118
<b>D.T.Khasanova, I.R.Askarov, A.B.Yulchiev</b> Production of yogurt on the basis of expressed wheat malt.....	124



UO'K: 621.315.592.3

**XALKOGENID YUPQA PARDALARINING MIKROPARAMETRLARINI ANIQLASH**  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОПАРАМЕТРОВ ХАЛЬКОГЕНИДНЫХ ТОНКИХ ПЛЕНОК**  
**DETERMINATION OF MICROPARAMETERS OF CHALCOGENIDE THIN CURTAINS**

**Yuldashev Shohjahon Abrorovich<sup>1</sup>** 

<sup>1</sup>Farg'ona davlat universiteti, t.f.b.f.d (PhD)

**To'lanova Rayxona To'liqinbek qizi<sup>2</sup>** 

<sup>2</sup>Farg'ona davlat universiteti, talaba

**Anotatsiya**

Anomal fotomagnit effekti asosan AFK effektining p–n mexanizmi bilan yuqori fotokuchlanish va fotomagnit kuchlanish hosil qiladigan yupqa qatlamlarida kuzatiladi. Bunday qatlamlarning tipik vakili kadmiy tellur va surma, selen qotishmasi ekanligi ma'lum edi. Hozirda kadmiy, simob va tellur qotishmalaridan (KRT) ham AFK–qatlamlar olish mumkinligi aniqlangan. Bu qotishmadan olingan AFK–qatlamlarda ham anomal yuqori fotokuchlanishning hosil bo'lish mexanizmi fotovoltai (p-n- o'tish) xarakteridadir. Buni hisobga olsak kadmiy, simob va tellur (CdHg)Te, AFK–qatlamlarida ham anomal fotomagnit kuchlanish hosil bo'lishi aniqlangan. AFK–qatlam asosida yaratilgan fotomagnitoelektrik effekt–datchikning birinchi asosiy afzalligi unda tashqi elektr manbasi vazifasini yorug'lik bajaradi. Bu quyosh yorug'ligi sharoitida katta imkoniyatlarni ochadi. Lyuks–volt xarakteristika tezda to'yinishga chiqadi. Bu xususiyat yaratiladigan datchikning tashqi yorug'lik intensivligining tebranishlari bilan o'chashda kuzatiladigan xatoliklaridan qutildiradi. Ersted–volt xarakteristikalar asosan Sb<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> yarimo'tkazgich moddasidan tayyorlangan yupqa (1÷2mkm) AFK – qatlamlar uchun keltirilgan. Tellurid kadmiy AFK–qatlamlarining anomal fotomagnit kuchlanish beradigan qatlamlari yaxshi yoritilgan.

**Аннотация**

Аномальный фотомагнитный эффект в основном наблюдается в тонких слоях АФК-эффекта, которые генерируют высокую фото-ЭДС и фотомагнитное напряжение по p-n-механизму. Было известно, что типичным представителем таких слоев является сплав кадмия, теллура, сурьмы и селена. В настоящее время обнаружено, что АФК-слои можно получать также из сплавов кадмия, ртути и теллура (КРТ). Механизм формирования аномально высокой фотоэдс в АФК-слоях, полученных из этого сплава, является фотовольтаическим (p-n-переход). Учитывая это, генерация аномального фотомагнитного напряжения была также обнаружена в АФК-слоях кадмия, ртути и теллура (CdHg)Te. Первым основным преимуществом датчика фотомагнитного эффекта, созданного на основе АФК-слоя, является то, что свет выступает в качестве внешнего источника электрического тока. Это открывает большие возможности при солнечном свете. Люкс-вольтовая характеристика быстро выходит на насыщение. Эта функция исключает погрешности созданного датчика при измерениях при колебаниях интенсивности внешнего света. Эрстед-вольтовые характеристики представлены в основном для тонких (1÷2 мкм) слоев АФК из полупроводникового материала Sb<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>. Хорошо освещаются слои АФК-слоев теллурида кадмия, дающие аномальное фотомагнитное напряжение.

**Abstract**

Anomalous photomagnetic effect is mainly observed in thin layers of AFK effect, which generate high photovoltage and photomagnetic voltage by the p–n mechanism. It was known that a typical representative of such layers is an alloy of cadmium tellurium and antimony and selenium. It has now been found that AFK-layers can also be obtained from cadmium, mercury and tellurium alloys (KRT). The formation mechanism of anomalous high photovoltage in AFK-layers obtained from this alloy is photovoltaic (p-n-transition). Taking this into account, anomalous photomagnetic voltage generation was also found in cadmium, mercury and tellurium (CdHg)Te, AFK-layers. The first main advantage of the photomagnetic effect-sensor created on the basis of AFK-layer is that light acts as an external electric source. This opens up great opportunities in sunlight. The lux-volt characteristic quickly saturates. This feature eliminates the errors of the created sensor when measuring with fluctuations in the intensity of external light. Ersted-volt characteristics are presented mainly for thin (1÷2µm) AFK layers made of Sb<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> semiconductor material. The layers of telluride cadmium AFK-layers, which give anomalous photomagnetic voltage, are well illuminated.

**Kalit so'zlar:** Xalkogenid, AFK — effekt, AFME — effekt, p – n ko'p qatlamli o'tish tuzilishi, termoelektr generatori, rekombinatsiya tezligi, samarali harakatchanlik, fototok, mikroparametr.

## FIZIKA-TEXNIKA

**Ключевые слова:** Халькогенид, AFK-эффект, AFME-эффект, многослойная структура p-n-перехода, термоэлектрический генератор, скорость рекомбинации, эффективная подвижность, фототок, микропараметр.

**Key words:** Chalcogenide, AFK-effect, AFME-effect, multilayer structure at p-n transition, thermoelectric generator, speed recombination, effective mobility, photocurrent, microparameter.

**KIRISH**

AFK-qatlamlarda AFMEning kuzatilishi bu sohadagi nazariy va eksperimental ishlar ko'lamining kengayishiga sabab bo'ldi [1]. Bu sohadagi ishlarning tahlili [2,3] shuni ko'rsatdiki, eksperimentda olingan natijalar nazariyaga mazmun va miqdoran juda mos keladi. Shu sababli sodda chegaraviy AFME va AFK effekt ifodalaridan foydalanib, yupqa yarimo'tkazgich qatlamlariga va yarimo'tkazgich moddalariga tegishli xarakteristik parametrlarni aniqlash mumkin. Shu maqsadda CdTe va Sb<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> AFK-qatlamlarida fotomagnit o'lchashlar olib borildi. AFME ning qisqa tutashuv toki bilan yorug'likning to'lqin uzunligi orasidagi spektral bog'lanish ( $I_{AFME}(\lambda)$ ), nazariyada ko'rsatilganidek tajribada ikki xil tipdagi spektr ko'rinishida kuzatildi:  $I_{AFME}$  monoton o'zgaradi va ishorani doimiy saqlaydi;  $I_{AFME}$  o'zgarishida nomonotonlik kuzatiladi, lekin ishora o'zgaradi. Birinchi tipdagi spektral bog'lanish ( $I_{AFME}(\lambda)$ ) 1-rasmda keltirilgan. Umuman AFK-effektini o'rganishda anomal yuqori fotokuchlanish, qisqa tutashuv toklarning yorug'lik to'lqin uzunligiga bog'lanish xarakterini o'rganish bu effekt sirlarini amaliyotga qo'llash yo'llarini ochishga yordam beradi.

**ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA**

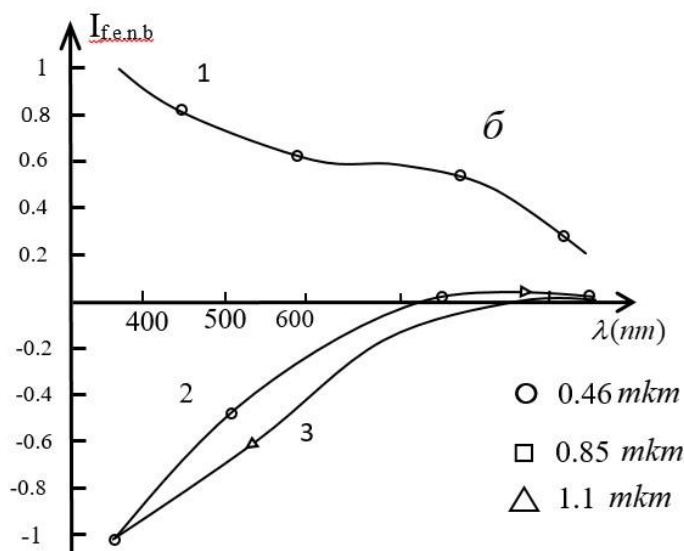
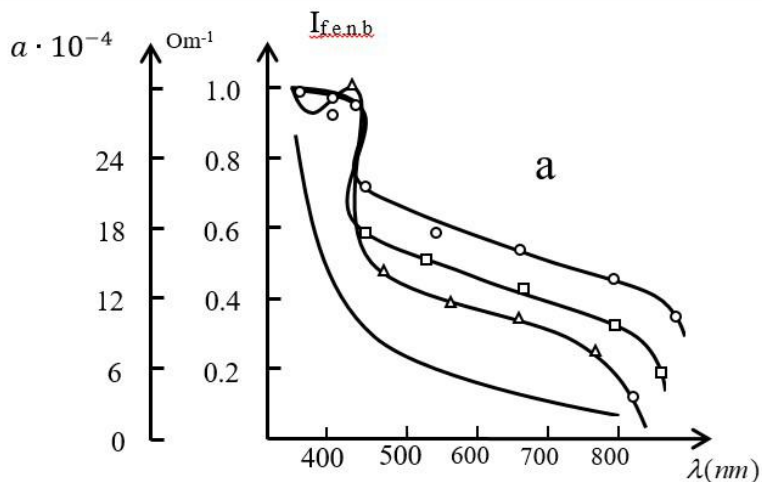
AFK-qatlamlarda anomal fotomagnit effektining (AFME) kuzatilishi va uning nazariyasining rivojlantirilishi bilan bu sohada yangi imkoniyatlar ochildi. Bu effekt (AFME) nazariyasi va anomal fotokuchlanish, fotomagnit qisqa tutashuv toklarining spektral bog'lanishlaridan foydalanib, AFK-qatlamlarning va ularni yasashda ishlatiladigan yarimo'tkazgich moddalarning ko'pgina mikro parametrlarini aniqlash mumkin. Magnit maydoni ta'sirida anomal yuqori fotomagnit kuchlanishning hosil qilinishi esa, AFK va AFKM effektlar yordamida magnit maydonini o'rganish, uning induksiyasini bevosita aniqlash va kuchsiz magnit maydonini tahlil qilish mumkinligini ko'rsatdi. 1-rasmda har xil qalinlikdagi kadmiy telluridi AFK – qatlamlarida fotomagnit qisqa tutashuv tokining spektral bog'lanishlari (qatlam sirt tomonidan yoritilgandagi 1.a-rasm va 1.b-rasmdagi 1-bog'lanishi; qatlam taglik tomondan yoritilgan hol uchun 1.b-rasmdagi 2, 3- bog'lanishlar tasvirlangan.

AFK-qatlamning ochiq sirti orqali yoritilganda olingan hamma spektral bog'lanishlar monoton kamayish xarakterida bo'lib, fototokda ishora almashuvi kuzatilmaydi.  $I_{AFME}(\lambda)$  spektral bog'lanishlarda qisqa to'lqinlar sohasida fototokning sekin kamayish sohasi bo'lib, u  $\alpha(\lambda)$  spektral bog'lanish xarakteriga mos keladi. Uzun to'lqinlar sohasida  $\alpha \cdot d \ll 1$  shart bajarilib, sirdagi rekombinatsiya tezligining har qanday qiymatlarida  $I_{AFME}(\lambda)$  spektri yutilish spektri  $\alpha(\lambda)$  ni takrorlaydi. Bu eksperimental fakt, hamma tekshirilgan namunalarda qatlamning ochiq sirtidagi rekombinatsiya tezligidan kichik ekanligini tasdiqlaydi ( $S_s < S_T$ ).

Tajriba natijalariga asoslanib, shuni ta'kidlash mumkinki, qatlamni ochiq sirti tomonidan yoritilgandagi hosil bo'luvchi AFK va AFME effektlarning spektral bog'lanishlari bir-biriga to'la mos kelmaydi. Tekshirilgan (100 dan ortiq namuna) CdTe va Sb<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> namunalarida qatlam ochiq sirt tomonidan yoritilganda to'lqin uzunligi ortishi yo'nalishida fotomagnit tok qiymati monoton kamayadi. CdTe va Sb<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> namunalarida monoton kamayish to'lqin uzunligining yaqin infraqizil sohalarigacha (~1,1mkm) cho'zilgan bo'ladi. Bunday holni yutilish koeffitsienti kamayishiga mos ravishda fotoelektronlar uyg'onishining kamayishi bilan izohlash mumkin.

CdTe namunalarida olib borilgan tajribalardan, xulosa qilish mumkinki, fotomagnit tokning qisqa to'lqinli yorug'lik bilan qatlam tomondan yoritgandagi qiymati xuddi shunday monoxromatik yorug'lik bilan qatlamni taglik tomondan yoritgandagi qiymatidan yetarli darajada katta bo'ladi. Demak,  $S_s < S_T$  shartgina bajarilib qolmay  $S_s < D/L$  ham o'rinni bo'ladi. Oxirgi tengsizliklarning

bajarilishi tekshirilayotgan qatlamlarning xarakteristik parametrlarini aniqlashda nazariy formulalardan foydalanish imkonini beradi.



1-rasm. Har xil qalinlikdagi kadmiy telluridi AFK – qatlamlarida fotomagnit qisqa tutashuv tokining spektral bog‘lanishlari

Qatlam ochiq sirti tomonidan yoritilganda yorug‘likning qisqa to‘lqin sohasi uchun fotomagnit effekt uchun qisqa tutashuv toki uchun:

$$I_{AFME} = \frac{4}{\pi} qtI \mu L B \tag{1}$$

formula o‘rinli bo‘ladi. Bu formuladan foydalanib, Gauss–amper bog‘lanishning qiyaligi asosida  $\ll \mu L \gg$  ko‘paytmani aniqlash mumkin.

$I_{AFME}(\lambda)$  maksimumiga to‘g‘ri keluvchi nuqta ushbu munosabatdan [4] topilishi mumkin:

$$\alpha_{max} = 1/d, \quad I_{AFME}^{max} = \frac{1}{2,72d} \mu V \tag{2}$$

bu ifodani hisobga olib

$$I_{AFME}^{max} = \frac{qtI}{2,72d} \mu L^2 B \tag{3}$$

ifodadan,  $\ll \mu L^2 \gg$  ni aniqlab olish mumkin.

## FIZIKA-TEXNIKA

$\mu L$  va  $\mu L^2$  larni bilgan holda  $\mu$  va  $L$  shular bilan birga diffuziya koeffitsienti  $D = \mu kT/q$  va tok tashuvchilarning yashash vaqtini  $\left( \tau = \frac{eL^2}{\mu kT} \right)$  ham aniqlab olish mumkin.

Yorug'likning qisqa to'liqinli qismi bilan qatlamning ochiq sirti orqali yoritilganda fotomagnit kuchlanishning

$$U_{AFME}^T = \frac{2kT}{q\pi} \mu NB \quad (4)$$

to'yinish qiymatini (4) ifoda bilan topiladi. Gauss-volt xarakteristikaning qiyaligidan foydalanib  $\ll \mu N \gg$  ko'paytmani ham topib olish mumkin. Bu ko'paytmadan  $\mu$  ni bilgan holda AFK-batareyadagi mikrofotoelementlar soni  $N$  ni topish mumkin bo'ladi.  $U_{AFME}(B)$  bog'lanishining to'g'ri chiziqli qismi bor, uning qiyaligidan foydalansak  $U_{AFME}(\lambda)$  spektral bog'lanishining qisqa to'liqin sohasida  $\mu, L$  va  $N$  larni bilgan holda

$$U_{AFME} = \frac{4 NkT}{\pi q} \frac{eI_0 L}{I_s} \mu B \quad (5)$$

formuladan [4] qatlam yoritilmagan hol uchun to'yinish toki  $I_s$  qiymatini aniqlab olish mumkin.

Shuningdek, AFK-qatlamning ochiq sirtidan va taglik tomondan yoritilgandagi rekombinatsiya tezliklarini ham baholash imkoniyati bo'ladi. Hamma tekshirilgan CdTe va Sb<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> AFK-qatlamlari uchun  $S_c < D/L$  tengsizlik o'rinli bo'ladi.

Demak,  $S_c$  miqdor o'zgarishi, bu holda  $I_{AFK}$  va  $I_{AFME}$  toklar o'zgarishiga ta'sir etmasligi kerak. Shuning uchun AFK va AFME spektral xarakteristikalaridan foydalanib, sirt rekombinatsiya tezligi  $S_c$  ni aniqlab bo'lmaydi. AFK – qatlam taglik tomondan yoritilganda fotomagnit tokining spektrida  $(I_{AFME}(\lambda))$  ishora almashuvi kuzatiladi. Ishora almashuv nuqtasi uchun  $\lambda = \lambda_{alm}$ ,  $I_{AFME} = 0$  bo'ladi. Taglik orqali yoritilganda  $S_1 = S_T$  va  $S_2 = S_s < 1$  munosabatlar bajarilishini hisobga olsak,  $\alpha = \alpha_{ai}$  ligini bilgan holda (6) quyidagi formuladan foydalanib

$$\frac{\ln(S_T + \sqrt{S_T^2 - 1})}{(S_T + 1)\sqrt{S_T^2 - 1}} = \frac{\pi(1 + \alpha)}{2(1 - \alpha)} e^{-\alpha d} \quad (6)$$

AFK-qatlamning taglik tomondagi sirtida bo'ladigan rekombinatsiya tezligi  $S_T$  ni hisoblash mumkin bo'ladi.

### NATIJA VA MUHOKAMA

Taklif etilayotgan usul bilan AFK-qatlam mikroparametrlarini aniqlash uchun tellurid kadmiy va Sb<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> dan uzunligi  $W=2,4\text{mm}$  qalinligi  $d=0,46\text{mkm}$  va kengligi  $t=3,7\text{mm}$  bo'lgan namuna tayyorlandi.

Hisoblash

natijasida:

$N = 3 \cdot 10^4 \text{ El/sm}, \mu = 300 \text{ sm}^2/V \cdot s, L = 5 \cdot 10^{-6} \text{ sm}, \tau = 5 \cdot 10^{-12} \text{ s}, D = 7,5 \text{ sm}^2/s$  lar topildi. Gauss

– volt va Gauss–amper xarakteristikalari  $U_{AFME}(B)$  va  $J_{AFME}(A)$  oq ( $I_0 = 8 \cdot 10^{16} \text{ kvant/sm}^2 \cdot s$ ) yorug'likda va monoxromatik ( $\lambda = 400\text{nm}, I_0 = 8 \cdot 10^{14} \text{ kvant/sm}^2 \cdot s$ ) yorug'likda o'lchandi. Ishora

almashadigan bog'lanishlarda maksimum ilgari aytganimizdek  $\lambda = 752\text{nm}$  ga,  $\alpha_{\max} = 2 \cdot 10^4 \text{ sm}^{-1}$  va  $I_{AFME}^{\max} = 10^{-13} \text{ A}$  bo'lganda  $I_0 = 1,3 \cdot 10^{16} \text{ kvant/sm}^2 \cdot s$  va

$B = 700\text{Gs}, B = 3\text{kGs}, I_0 = 8 \cdot 10^{14} \text{ kvant/sm}^2 \cdot s, (U_{AFME} = 0,33\text{V}), \lambda = 400\text{nm}$ , bo'lganda

to'yinish toki  $I_s = 4 \cdot 10^{-8} \text{ A}$  bo'lib, ventil fotoelement qisqa tutashuv tokidan yetarli darajada katta

( $J_F \ll I_{AFME}^{q,t}$ ) bo'lib, bu esa lyuks – volt xarakteristikaning chiziqli bo'lishini ta'minlaydi (2 – rasm).

Qatlamning taglik tomondagi sirdagi rekombinatsiya tezligi  $S_T$ , qalinligi  $d=0,46$  mkm bo'lgan qatlamlarning  $J_{AFME}(\lambda)$  spektral bog'lanishida ishora almashadigan xarakteristikasiga asosan  $\lambda=660$  nm va  $\alpha L=0,22$ ,  $\alpha d=2$  bo'lgan qiymatlar uchun kutilgan natijani berdi: ya'ni  $S_T=1,6 D/L=2 \cdot 10^6$  sm/s bo'lib,  $S_T \geq D/L > S_c$  tengsizlikni qanoatlantiradi. Yuqoridagi aniqlangan tok tashuvchilarning effektiv harakatchanligi ( $\mu_{ef}$ ),  $\mu(I_0)$  bog'lanishning to'yingan holati uchun aniqlangan bo'lib, namunaning yoritilgan holatidagi harakatchanligiga ( $\sim 100$  sm<sup>2</sup>/V·s) mos keladi. Fotoxoll bo'yicha topilgan [5]  $\mu$  ning qiymatlari ham fotomagnit o'lchashlardan topilgan qiymatlarga mos keladi.

Yuqoridagi usul bilan topilgan tok tashuvchilarning yashash vaqti ( $\tau$ ) ( $\tau \approx 3 \cdot 10^{-12}$  s), impulsli foto qo'zg'atish yo'li bilan AFK–effekt fototoki kinetikasidan [6] topilgan yashash vaqti  $\tau_0$  dan 4–5 tartibga kichik ekanligi ma'lum bo'ldi.

Impulsli qo'zg'atish bilan fototokning so'nishidan topilgan vaqt  $\tau_0=10^{-7}-10^{-6}$  s «mayda» chuqur sathlarga bog'liq bo'lib, ularda kuzatiladigan jarayonlar fototok so'nish vaqtiga ta'sir qiladi. Turg'un holatlarda ( $B=const$ ) esa «mayda» chuqur sathlarga bog'liq effektlar xarakteristik vaqtlarga ta'sir qilmaydi.

Spektral bog'lanishlar bo'yicha  $Sb_2Se_3$  AFK–qatlamlari uchun mikroparametrlar aniqlanganda [8]  $I_0=10^{16}$  kvant/sm<sup>2</sup>·s,  $w=0,8$  sm,  $B=3$  kGs qilib olinib, quyidagi natijalarni berdi:  $J_{AFME}^{q,t}=4 \cdot 10^{-13}$  A diffuziya uzunligi  $L=10^{-6}$  sm, diffuziya koeffitsienti  $D=0,3$  sm<sup>2</sup>/V·s, zaryad tashuvchilarning yashash vaqti  $\tau=4 \cdot 10^{-11}$  s, harakatchanlik  $\mu=12$  sm<sup>2</sup>/V·s.

Demak, AFK–effekt va unga bog'liq anomal fotomagnit effekti yordamida AFK–qatlam moddasidagi zaryadlarning (tok tashuvchilarning) harakatchanligini, yashash vaqtini, diffuziya koeffitsientini, diffuzion yo'l uzunligini va qisqa tutashuv tokining qiymatlarini sodda matematik ifodalar yordamida osongina aniqlash mumkin ekan.

Anomal fotomagnit effekti qisqa tutashuv tokining topilgan qiymati to'yinish toki qiymatidan yetarli kichik ekanligi 2–rasmdagi lyuks–volt xarakteristikaning chiziqli sohasiga mos keladi. Bu esa nazariy xulosalarda aytilgan fikrlarni tasdiqlaydi.

Bayon qilingan mikroparametrlarni aniqlashning bu usulini qo'llab tellurid kadmiy va xalkogenidlarning tipik vakili surma, selen qotishmalaridan tayyorlangan AFK–qatlam uchun ham mikroparametrlar, xarakteristik kattaliklar aniqlandi. Ushbu usulni AFMK effekti kuzatiladigan boshqa moddalarning AFK qatlamlari uchun ham qo'llash mumkin.

Anomal fotomagnit effekti asosan AFK effektining p–n mexanizmi bilan yuqori fotokuchlanish va fotomagnit kuchlanish hosil qiladigan yupqa qatlamlarida kuzatiladi. Bunday qatlamlarning tipik vakili kadmiy tellur va surma, selen qotishmasi ekanligi ma'lum edi. Hozirda kadmiy, simob va tellur qotishmalaridan (KRT) ham AFK–qatlamlar olish mumkinligi aniqlangan [9]. Bu qotishmadan olingan AFK–qatlamlarda ham anomal yuqori fotokuchlanishning hosil bo'lish mexanizmi fotovoltai (p–n- o'tish) xarakteridadir. Buni hisobga olsak kadmiy, simob va tellur (CdHg)Te, AFK–qatlamlarida ham anomal fotomagnit kuchlanish hosil bo'lishi mumkin. Tekshirilgan [10] AFK–qatlamlarda fotomagnit kuchlanish bilan magnit maydon induksiyasi (yoki kuchlanganligi H) orasidagi bog'lanish  $U_{AFM}(B)$  juda katta maydonlargacha ( $\sim 10^6$  Gs) chiziqli bo'lgan

$$U_{AFM} = \frac{aBHb}{1/R_0 + 1/R_{u,0} + (qa/NkT + \gamma)B} \quad (7)$$

yoki to'yinish rejimi uchun yozilgan

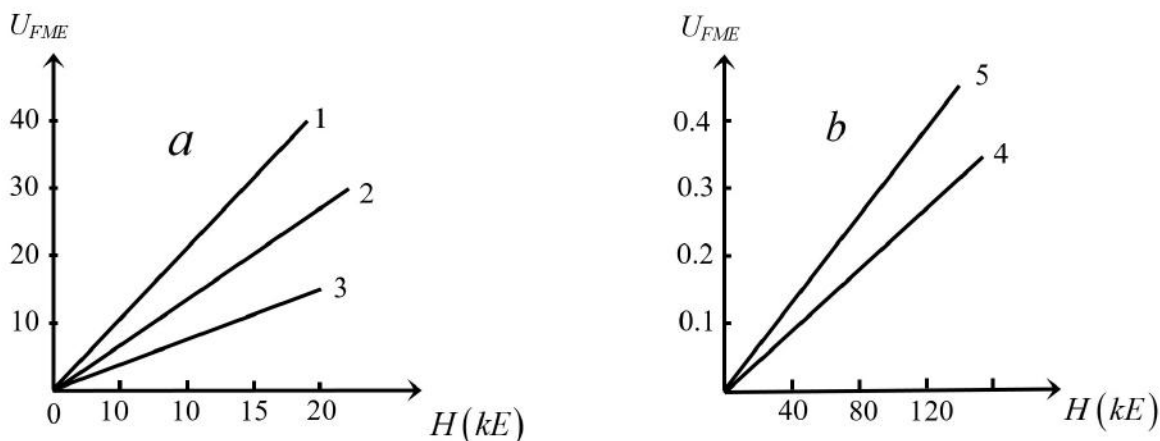
$$U_{AFM} = \frac{2NkT}{q} b \cdot H \frac{1}{1 + NkT/q \cdot \gamma/\alpha} \quad (8)$$

## FIZIKA-TEXNIKA

formulalarga to'la mos keladi. Bunday chiziqli bog'lanishlar anomal fotomagnit kuchlanishning ancha yuqori qiymatlari [4] Xoll effektiga solishtirilganda sezgirligi ancha yuqori bo'lgan magnit maydonini o'lchovchi asboblari yaratish imkoniyatini yaratadi.

Bunday magnit maydonini o'lchovchi asboblarda ishlatiladigan yarimo'ktazgich yupqa qatlamlarning anomal fotomagnit kuchlanishi bilan magnit maydoni induksiyasi (kuchlanganligi) orasidagi bog'lanishni tajribada chuqur o'rganish zarur. Shu maqsadda AFK–qatlamlarning Ersted–volt xarakteristikalarini kichik (kuchsiz) magnit maydonlarida sinchiklab, har xil yorug'lik intensivliklarida tekshirildi. Tajriba natijalari ko'rsatishicha Ersted–volt xarakteristikalarining kichik magnit maydonlar (kuchsiz) sohasiga mos keladigan qismlarida chiziqli bog'lanishdan hech qanday chetlanish kuzatilmadi (2–rasm). Bundan ko'rinadiki AFMK–effekti yordamida ishlaydigan magnit maydon o'lchagichlari (datchiklar) o'lchash aniqligi va sezgirligi kuchli magnit maydonlarida ham yuqori bo'ladi.

AFK–qatlamlarning Ersted–volt xarakteristikalarining (2a, 2b–rasmlar) grafiklari kuchsiz (0–23kE) magnit maydonlaridan boshlab, har xil yorug'lik intensivliklarida o'lchandi. Ersted–volt bog'lanishlarning (2a–rasmdagi 1–grafik)  $8 \cdot 10^4$  lK yoritilganlikda, 2–grafik esa  $7 \cdot 10^3$  lK yoritilganlikda, 3–grafik  $6 \cdot 10^3$  lK yoritilganlikda o'lchangan. 2b–rasmdagi 4,5–grafiklar  $10^5$  lK yoritilganliklarda o'lchangan. 2–rasmlardagi Ersted–volt xarakteristikalar asosan  $Sb_2Se_3$  yarimo'ktazgich moddasidan tayyorlangan yupqa ( $1 \div 2$  mkm) AFK – qatlamlar uchun keltirilgan. Tellurid kadmiy AFK–qatlamlarining anomal fotomagnit kuchlanish beradigan qatlamlari adabiyotlarda yaxshi yoritilgan.



2 – rasm. CdTe (a) va  $Sb_2Se_3$

AFK – qatlamlar uchun  $U_{FME}(H)$  bog'lanish, 1-  $V=8 \cdot 10^4$  Lk; 2-  $7 \cdot 10^3$  Lk; 3-  $6 \cdot 10^3$  Lk; 4,5-  $10^5$  Lk

Juda ko'p sondagi p–n o'tishli qatlamlar tuzilmasida fotomagnit kuchlanishning kuchayishi va uning asosida magnit maydonining sezgir datchigini yaratish g'oyasini Yu.I.Ravich tomonidan ilgari surilgan. AFK – qatlamlarning juda kichkina hajmida juda ko'p sondagi n–p– o'tishlar ( $\sim 10^5$  sm da) borligini e'tiborga olsak, bu g'oyani amalga oshirish imkoni tug'iladi.

AFK–qatlam asosida yaratilgan fotomagnitoelektrik effekt–datchikning birinchi asosiy afzalligi unda tashqi elektr manbasi vazifasini yorug'lik bajaradi. Bu quyosh yorug'ligi sharoitida katta imkoniyatlarni ochadi. Lyuks–voltage xarakteristika tezda to'yinishga chiqadi (2–rasm). Bu xususiyat yaratiladigan datchikning tashqi yorug'lik intensivligining tebranishlari bilan o'lchashda kuzatiladigan xatoliklaridan qutildiradi.

### XULOSA

Anomal fotomagnit effektini tadqiq qilish sxemasi yaratilib, fotomagnit effektning xarakteristikalarini eksperimental topildi. Lyuks–voltage xarakteristikalarini subchiziqli to'yinishga chiqadigan qonuniyatni beradi. Ersted–voltage xarakteristikalarini uncha katta bo'lmagan magnit maydon ( $H < 10$  kE) larida chiziqli bo'ladi. Fotomagnit anomal kuchlanish effekti vositasida sifatli va o'ta samarador ixcham mikrooptoelektron magnit maydonini o'lchash qurilmasi yasash mumkinligi isbotlandi. Xalkogenid yupqa pardalarda fotomagnit effektning mikroparametrlarini aniqlandi. Unga muvofiq fotomagnit effekt qisqa tutashuv toki  $J_{AFME}^{q,t} = 4 \cdot 10^{-13} A$ , diffuziya uzunligi  $L = 10^{-6} sm$ ,



diffuziya koefitsienti  $D = 0,3 \text{ sm}^2 / V \cdot s$ , zaryad tashuvchilarning yashash vaqti  $\tau = 4 \cdot 10^{-11} s$  va harakatchanligi  $\mu = 12 \text{ sm}^2 / V \cdot s$  bo'lishi ko'rsatildi.

#### ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Найманбаев Р., Ирматов С. Яримўтказгичли фотоприёмниклар // Монография. «Фарғона нашриёти». 2011, 62-64-б.
  2. Рахимов Н.Р., Ушаков О.К. Оптоэлектронные датчики на основы АФК-эффекта // Новосибирск, изд. «СГГА». 2010, с.86-92
  3. Naymanbayev R., Toxirov M.Q., Nurdinova R.A., Sobirova S.S., Xomidov A.Q. On the Nature of the APV Effect in Semiconductor Copper and Indium Telluride Films // Uzbek Journal of Physics. 2012, Vol 14, p.311-315
  4. Onarkulov, K. E., Naymonboyev, R., Yuldashev Sh, A., & Yuldashev, A. A. (2021). Preparation of photo elements from chalcogenide thin curtains. *Electronic journal of actual problems of modern science, education and training*, 7(2).
  5. Onarkulov, M., Nasriddinov, S., Yuldashev, S., & Yunusaliev, L. (2020). TECHNOLOGICAL FEATURES OF OBTAINING STRENGTH SENSITIVE POLYCRYSTALLINE FILMS Bi<sub>2</sub>-XSbXTe<sub>3</sub>. *Euroasian Journal of Semiconductors Science and Engineering*, 2(3), 27.
  6. Onarkulov, K. E., Naymanbayev, R., Yuldashev, A. A., & Yuldashev Sh, A. (2021). Халкогенид бирикмалари устида тадқиқотлар. *Eurasian journal of academic research*, 1(6), 136-137.
  7. Онаркулов, К. Э., Юлдашев, Ш. А., & Юлдашев, А. А. (2022). ОПТОЭЛЕКТРОННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ И МЕХАНИЧЕСКИЕ НАПРЯЖЕНИЙ. *Central Asian Research Journal for Interdisciplinary Studies (CARJIS)*, 2(3), 427-434.
  8. Egamberdievich, O. K., Abrorovich, Y. S., Abduvositovich, Y. A., & Qizi, Y. S. A. (2022). Determination of Microparameters of Halcogenide Thin Movies. *Journal of Optoelectronics Laser*, 41(5), 523-530.
  9. Онаркулов, К., & Юлдашев, А. (2017). ВИСМУТ-СУРМА ТЕЛЛУРИД ЮПҚА ПАРДАЛАРНИНГ ЭЛЕКТРОФИЗИК ХОССАЛАРИГА ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁННИНГ ТАЪСИРИ. *Scientific journal of the Fergana State University*, (2), 2-2.
  10. Yuldashev, A. (2022). ОПТОТРАНСФОРМАТОР. *Science and innovation*, 1(A7), 876-882.
- Onarkulov, M., & Gaynazarova, K. (2024, March). Effect of chalcogens on Bi-Sb (Se-Te) based alloys made under inert gas pressure. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 3045, No. 1). AIP Publishing.