

POLIMER YARIM O‘TKAZGICHLARDA YUTILISH SPEKTRI SEZGIRLIGNI UZUN TO‘LQIN METODI BILAN ANIQLASH

Kamolava Muhabbatxon

Farg‘ona davlat universiteti

e-mail: muhabbatxonkamolova@gmail.com

Qarshiliklari katta bo‘lgan yorug‘lik ta‘sirini yaxshi sezuvchi yarim o‘tkazgichlarning man qilingan zonasidagi elektron-lokol holatlarning o‘rganish uchun yorug‘lik ta‘siriga sezgir elektrofotografik sezgirlikni aniqlovchi fotoelektrik spektroskopiya metodidan foydalanilgan.

Bu metodni asoslari I.A.Akimov va K.B.Demidovlar bo‘lib, ular bu metodni asosan naorganik yarim o‘tkazgichlar AgBe, ZnO, ZnS va AgH₃ larning elektron-lokol holatni aniqlashda qo‘llashgan. Ushbu metodning asosiy mohiyati yarim o‘tkazgichdan tayyorlangan yupqa parda sirtiga kiritilgan elektrostatik zaryadni yorug‘lik ta‘sirida kamaytirib elektrofotografik sezgirlik spektrini aniqlashdan iborat.

Yuqori qarshilikli fotoo‘tkazgichlarning elektrofotografik sezgirlik spektrida ikki qismi mavjud bo‘lib, birinchi qismi qisqa to‘lqin sohasi, ikkinchi qismi uzun to‘lqin sohasi.

Qisqa to‘lqin sohasi har qanday yorug‘lik bilan yoritilganda pardadagi potensialni tushuvchi to‘la amalga oshadi va yorug‘lik intensivligiga bog‘liq bo‘lmaydi. Faqat kam intensivlik bilan yoritilganda, yoritish vaqti qisman ortadi. Elektrofotografik sezgirlik spektrini asosan mana shu sohada tekshirish ishlari amalga oshirilgan. Sezgirlik asosan quyidagi faktlar asosida aniqlanadi.

1. Zaryad tashuvchilarning generatsiya paytidagi kvant chiqishi ;
2. Zaryad tashuvchilarning yashash vaqti ;
3. Yorug‘lik ta‘sirida uyg‘otilgan holatning yutilishi koeffisienti ;
4. Yorug‘lik intensivligi.

Bundan tashqari katta elektr maydon ta‘sirida generatsiya jarayoni tufayli elektron – kovaklarning yupqa pardaning yuqori va pastki qatlamlarida asosiy va asosiy bo‘lmagan zaryad tashuvchilarga bo‘linishi qanday amalga oshirishni bilish kerak. Bunda potensial tushuvi yoritilganda zaryad tashuvchilarning yashash vaqtiga bog‘liq bo‘ldi, chunki asosiy va asosiy bo‘lmagan zaryad tashuvchilarning erkin yugurish vaqti, elektron kovaklarning yashash vaqtidan kichik bo‘ladi, demak yutilgan elementar zaryadlarning miqdorini aniqlash natijasida generatsiya tufayli kvant chiqishni aniqlanadi.

Ba‘zi yarim o‘tkazgichlarda qisqa to‘lqin sohadan tashqari elektrofotografik sezgirlik spektrda uzun to‘lqin soha mavjud bo‘lib, bu sohaning qonuniyatlari o‘zgacha bo‘ladi. Bu sohaning xarakterli tomoni, zaryad tashuvchilarning kuzatish vaqti qanchalik uzoq bo‘lishdan qattiq nazar pardani qisqa to‘lqin uzunlikli yorug‘lik bilan yoritilganda

sirtidagi zaryad tutuvchi to‘lqin amalga oshmaydi, balki qisman amalga oshadi. Sirtida qolgan zaryad kuzatuvchi yorug‘lik intensivligiga bog‘liq bo‘lmay qoladi. Ikkinchi xarakterli tomoni elektrofotografik sezgirlik strukturasi yangi sezgirlik yo‘llarini hosil bo‘lishidir.

Yuqoridagi ma’lumotlar asosida fotoo‘tkazgichning man etilgan zonasida elektron – lokol holatlarning spektrial zichligini aniqlash mumkin.

Ma’lumki, qisqa to‘lqin sohasida elektrofotografik sezgirlikni yuzaga kelishida ikkita kvaziuzluksiz kontinumlar holati ishtirok etadi, ya’ni valent va o‘tkazuvchanlik zonalari oraliqlarida bunday xususiyat asosan naorganik yarimo‘tkazgichlarga xos bo‘lgan xususiyatdir. Zaryad tashuvchilarning generatsiyasi cheklanmaganligi sababli juda kam intensivlik bilan sirt yoritilganda ham sirtidagi zaryad (potensial) tushuvi to‘lig‘icha amalga oshadi.

Uzun to‘lqin sohasida optik o‘tishlar man etilgan zonadagi lokol holatlari orasida amalga oshib, bitta kvazuzluksiz kontinum holati orqali amalga oshadi. Demak, parda sirtidagi zaryadni tushuvi cheklanib, ma’lum lokol holatlarning umumiy konsentratsiya orqali sirtidagi zaryadni to‘la tushuvni amalga oshirish qo‘zg‘atuvchi zona kvanti – spektrni normirovkalash kerak.

Aytaylik nusxa (yupqa parda) monoxramatik yoki integral yorug‘lik bilan, ya’ni aniq qisqa to‘lqin chegarasi ko‘rsatilgan va yorug‘lik ta’sirini chegaralovchi yorug‘lik filtrlari yordamida λ_k^1 keng spektr beruvchi oq nurlanishli nur bilan yoritilayotgan bo‘lsin (1-jadval).

Bunday holat qizdiruvchi lampa nurlanish orqali amalga oshiriladi.

Yorug‘lik filtrlari integral sohaga tegishli bo‘lgani sababli uzun to‘lqin soha o‘zgarimas bo‘ladi. Qisqa to‘lqin λ_k^1 soha filtrdan nisbatan siljigan bo‘ladi,

$$\text{ya'ni; } \Delta\lambda = \lambda_k^{in} - \lambda_k^i$$

I.A.Akimov va Z.A.G‘oziyev ushbu metodni organik yarim o‘tkazgichlar uchun yanada takomillashtirdilar.

O‘lchashlarning eng uzun to‘lqin uzunlik yorug‘lik filtridan boshlab amalga oshiriladi. Potensiallar tushuvi aniq ligirlangan Δt vaqt oralig‘ida o‘tkaziladi. Δt vaqt ichida sirtidagi potensialni asosiy qismini tushuvi amalga oshishi kerak. Δu_1 potensial tushumi, U_σ potensialning boshlang‘ich qiymati va U_1 oraliq qiymati topiladi

$$\text{ya'ni; } \Delta U_1 = U_\sigma - U_1 \ll U_\sigma$$

Ana shu tartibda boshqa yorug‘lik filtrlari o‘lchashlari olib boriladi.

$$\Delta U_i = U_\sigma - U_i$$

Barcha filtrlari uchun:

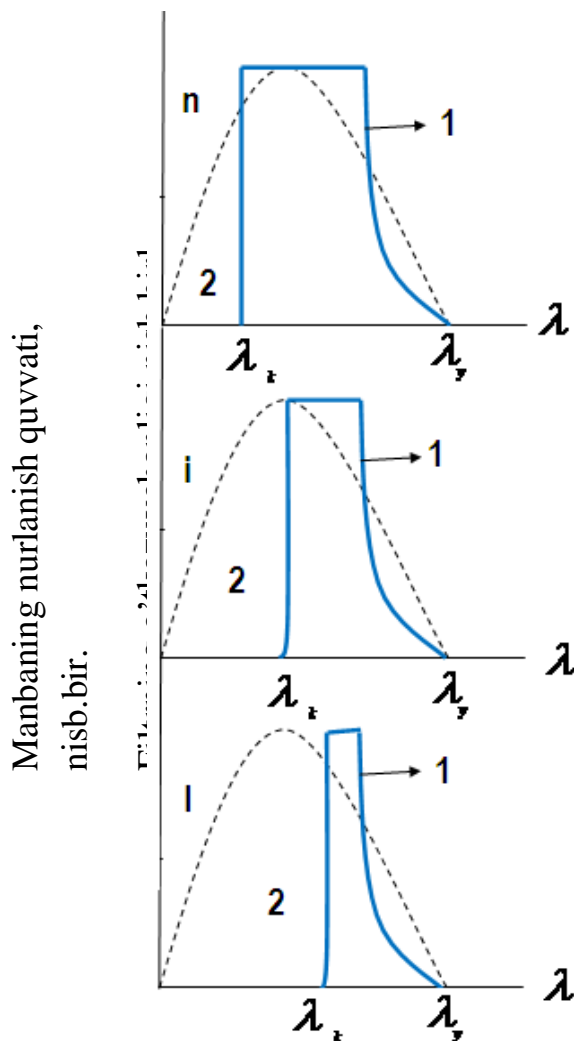
$$\Delta U_i = U_\sigma - U_i \ll U_\sigma$$

ΔU_i va U_0 o'lchashlar olib borilgandan yana boshqattdan sirtini U_0 zaryadlash mumkin bo'ladi. Har bir o'lchashni ΔU_i takrorlash mumkin, ammo bunday holatda zaryadsizlanish vaqti cho'ziladi, shunga qaramay bu jarayon ba'zi bir paytda o'lchashlarni stabil o'tkazish uchun qo'llaniladi.

ΔU_i ning qiymati U_0 etkanda o'lchash to'xtatiladi.

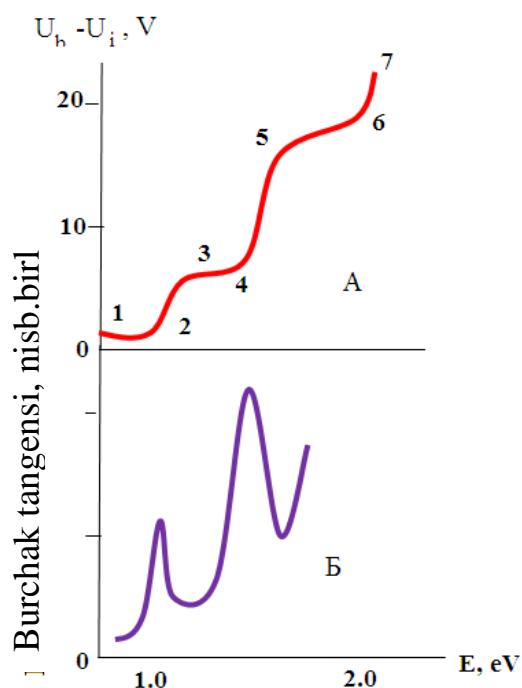
Tekshirishlar davomida elektiron holatlari o'rganilib, navbatdagi filtrdan foydalanishda integral nurlarning sohasi ortirib boriladi. $\Delta\lambda$ soha zond sohasi yarim o'tkazgichning man etilgan zonasidan elektron lokol holatni aniqlaydi. $\Delta U(E)$ integral spektr bo'lib, elektron holatlar dinamikasni bildiradi .

Har bir o'lchash ishlari uchun potensial tushuvni qat'iy qiymati $\lambda_k^{1+1} - \lambda_k^i$ gacha aniqlanadi.



1. O'tkazuvchanlik spektri 1,in filtirlar uchun

2. Integral soha
3. Shtrix o'zgaruvchan qisqa to'lqin sohasi



1-rasm. A- $\Delta U_i(E_i)$ – funksiyaning grafigi, B- $N(E) \approx tg\alpha$ grafik birinchi grafikni differentsiallashtirish bilan olingan grafik.

Agar fotoo'tkazgich aniq belgilangan statsionar vaqtdan kam yorug'lik ta'sirida bo'lsa, olingan natijalar asosiy natijalarga yaqinlashgan holda hisoblangan bo'ladi. Qo'zg'atilgan xolatdagi sohasida qoldiq potensial mavjud bo'lib, bu sohada yorug'lik filtrida o'tkazuvchanligi to'lqin amalga oshmaydi, ammo bu qoldiq potensial juda kam, keyingi yorug'lik filtrlari yordamida oxiriga etkazish amalga oshiriladi.

Bu metodning asosiy afzalligi qisqa to'lqin uzunlik va o'zgaruvchan chegarali yorug'lik filtrlari ishlatish sodda holda oshirilishi bilan bir qatorda o'ta sezgirlik tufayli zondlangan spektr sohasi yaxshi yoritiladi. Zaryadsizlanish jarayoni sekinlashadi. U_1 statsionda natijaga erishilganda yortuvchi manbaning nurlanish spektrda filtrlar yordamida integral soxa qisqa to'lqin chegarasni o'zgartirishga asoslanib topiladi va spektrni ko'rinishi topiladi. E bo'yiga zaryadsizlanishni maksimum darajaga etkaziladi. ΔU ikkita statsionar kattalikni orasidagi farq yorug'lik intensivligiga bog'liq emas. Olingan natijalar qizdiruvchi lampa nurlanish asosida amalga oshirilgan, ammo organik yarim o'tkazgichdan tayyorlangan yupqa parda o'ta sezgir bo'lsa monoxramatik nurlanish bo'luvchi manba yordamida o'lchamlar olib boriladi.

Monoxramatik nurlanish bilan fotoo'tkazgich nurlantirilganda qisqa vaqt ichida zonddagi potensial tushuvi statsionar natijani to'liq bermaydi, chunki qo'zg'algan holatdagi mavjud bo'lgan elektron – lokol xolatlarda ma'lum miqdorda zaryad tashuvchilar qoladi. Shunga qaramay monoxramatik ravishda fotoo'tkazgichning

zaryad tashuvi qobilyati ortadi, bu esa fotoo'tkazgich sezgirligi yuqori ekanligini anglatadi.

Rasmning B qismida $\Delta U(E)$ funksiyani E bo'yiga grafik asosida differensial ko'rinshni keltirilgan bo'lib, grafikdan ko'rinib turibdiki, uzun to'lqin soxasida EF sezgirlik nisbiy birlik asosida normallashtirilsa ortib borar ekan. Yutilishning optik spektr intensivlik –sezgirligi EF bo'lgan elektron xolatlarining boshlang'ich va oxirgi holatlariga o'tishga bog'liq ammo ma'lum darajada lokol xolatlar konsentratsiyasi kam bo'lsa, stotsionar potensial tushuvi lokol holati markazlarning nurlantirish darajasiga bog'liq bo'lib qoladi, natijada lokol xolatlarni normallashtiruv zichlikka nisbatan oson ko'chadi.

Normallashtirishni amalga oshirish uchun ma'lum modellardan foydalanish kerak. Sirtidagi bir dona zaryad tushuvini amalga oshirish uchun, agar bu zaryad elektron zaryadiga teng bo'lsa, yupqa parda sirtidagi elektr maydoni ta'siridagi sirt zaryadning tushuvning amalga oshirish uchun elektron yoki kovak o'tishini amalga oshirish kerak. Agar sirt zaryadi butun hajm bo'yicha tekis taqsimlangan bo'lsa u xolda bitta sirtidagi elementar zaryadni yo'qotish uchun pardadagi ihtioriy nuhtasidagi elektironkovak juftligi generatsiyasini amalga oshirish yetarli bo'ladi, demak elektron kovaklarning dreyfi ta'sirida qarama-qarshi tomonga ajralish kerak.

O'tishlar kvaziuzluksiz bo'lganligi sababli yarim o'tkazgich ichida bitta elementar holat kamayadi, chunki biz taklif etayotgan modelga asosan generatsiya nuqtasiga bog'liq bo'lmagan holda elementar zaryadning bosib o'tgan masofasi yupqa pardaning qalinligiga teng ekanligini isbotlaydi va EF sezgirligini ko'payishiga olib keladi. Lokol holatlarda ishtirok etayotgan elektron kovak generatsiyasi tufayli, zaryad tashuvchi kvaziuzluksiz kontinum xolatda bo'lib, maydonda zaryad tashuvchini ishorasiga va parda sirtidagi zaryad ishorasiga bog'liq ravishda harakat qilib taglikga o'tadi yoki sirtidan bitta elementar zaryadni chiqarib yuboradi. Ikkinchi zaryad tashuvchi elektron –kovak juftligidagi xolatlar o'tadi va sirt maydonida harakatlana olmaydi. Demak sirtida o'zgarish bo'lmaydi.

Barcha lokol xolatlardagi zaryadlar sirt ustidami yoki taglik bo'ladimi to'liq yoritilgandan so'ng ham o'z qiymatini o'zgartirmaydi. Ammo zaryadlarni joylashish o'rnini qisman o'zgartiradi .

Agar sirtidagi zaryadning ishorasi harakatdagi zaryad tashuvchini ishorasiga mos kelsa, u xolda zaryad tashuvchi elektron taglikka tomon o'tadi, bu degani generatsiya nuqtasida elektron-kovak juftligidan bitta elementar zaryadni yuzaga keltirishga olib keladi. Sirt zaryadi qiymati o'zgarmaydi, ammo sirt zaryadi bilan qarama-qarshi ishorali zaryadning effektiv oraliq masofasini kamayishiga olib keladi. Sirt zaryadi bilan harakatlangan zaryad ishorasi mos kelmasa, u xolda zaryad tashuvchi sirtga chiqishi oqibatida sirtidagi zaryad bir birlik elementar zaryadga kamayadiyu natijada parda ichida elementar zaryad lokol holatga o'tadi. Sirt zaryadlarini sirt ichiga o'tishi bilan yig'indi zaryad o'zgarmaydi, ammo effektiv masofani qiya qarshisiga sabab bo'ladi va

natijada sirt potensialni kamayishi amalga oshadi, ana shu holatni ushbu uzun to'liqin metodi bilan aniqlanadi .

Yuqorida keltirilgan mulohaza asosida keltirilgan formulalar va genratsiya jarayoni tufayli elektron-kovak juftligi kvant chiqishlarni organik yarim o'tkazgichlardagi ichki fotoeffekt hodisasi uchun yetarli darajada ahamiyatga ega bo'lmashligi mumkin. Chunki elektron yoki kovak sirt chegarasiga yetarlicha yaqinlashmasa, ular mayda sathlarga o'tirib qolishi mumkin .

Ularni mayda sathdan qo'zg'atib chiqarish uchun qo'shimcha qo'zg'atuvchi yorug'lik yoki issiqlik ta'siri kerak bo'ladi.

Mulohazaga ko'ra sirt yoritilganda har bir elementar zaryad tushuviga hajmiy lokal holatlari markazi to'g'ri kelib yorug'lik ta'sirida bu markazlar qo'zg'algan holatga o'tadi. Sirtning geometrik shakli S , yuzasi d qalinligi va dielektrik doimiysi E ma'lum bo'lsa, sirt potentsiyalini o'zgarishi d (ΔU) bog'lanishini elementar zaryadlar tushuvchini miqdoran sirt zichligi dN_s orqali ifodalash mumkin, ya'ni:

$$dN_s \cdot Se = Cd(\Delta U),$$

formulada e -elektron zaryadi,

$$C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d} \text{ namuna sig'imi.}$$

Zaryadlar miqdori eS dN_s xajmdagi holatlar miqdori solishtirma zichligi ΔN_v bilan quydagicha bog'langan bo'ladi.

$$dN_v \cdot Sd = SdN_s = \frac{Cd(\Delta U)}{e} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 Sd(\Delta U)}{ed}$$

$$\text{bundan: } dN_v = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 Sd(\Delta U)}{ed} \text{ ni yozish mumkin.}$$

Spektrning xajmiy sirtiga qarab xolatlar zichligi grafik asosida E ga nisbatan aniqlanib $\Delta U(E)$ spektrning integral bog'lanishi topiladi. Oxirgi tenglamani dE ga bo'lib, N_E topiladi.

$$N_E = \frac{dN_v}{dE} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0}{ed^2} \cdot \frac{d(\Delta U)}{dE}$$

Amalda sirt qalinligi $0,78 \div 1,0$ mmm bo'lganligi sababli o'rtacha normallashtirish koefitsientini (doimiysi) qiymati

$$\gamma = \frac{\varepsilon\varepsilon_0}{ed^2} = 2,59 \cdot 10^{20} m^{-3} \cdot B^{-1} \text{ ga teng.}$$

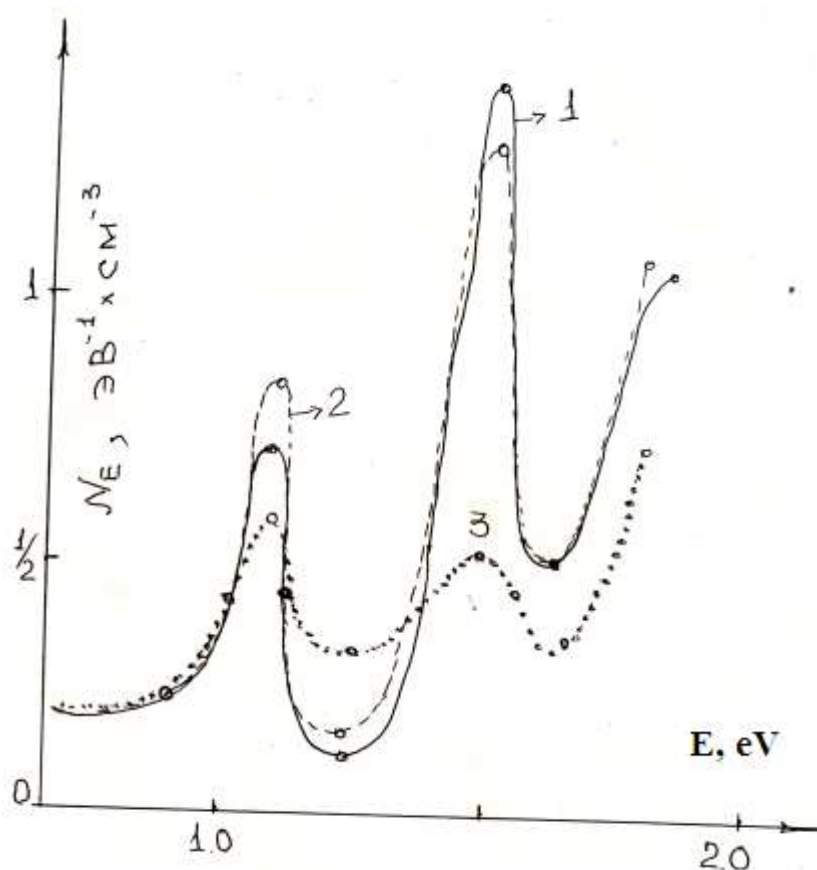
Solishtirma parametrlar sm^{-3} da hisoblanganligi uchun biz ham sm^{-3} ga o'tsak

$$\gamma = 2,59 \cdot 10^{20} m^{-3} \cdot B^{-1} \text{ bo'ladi.}$$

Metodni qo'llashda potensial tushuvi boshlang'ich potensialni yarimiga yetganda to'xtatiladi. U holda $N_E \Delta E = 10^{17} cm^{-3}$ bo'ladi.

Man qilingan zonadagi holatlarning spektral zichligi $10^{17} cm^{-3}$ dan ortiq bo'lsa o'lchashlar metodini o'zgartirishga to'g'ri keladi. Chunki kam zichliklarda N_E deyarli o'lchash metodlariga bog'liq bo'lmaydi, sabab har qanday yorug'lik bilan yoritish natijasida statsionar qiymatga U ; nisbatan erishiladimi yoki yo'qmi farq bo'lmaydi,

chunki yoritish (ekspozitsiya) vaqti Δt qat'iy belgilangan bo'ldi. Rasmda uchta belgilangan vaqtga nisbatan bir sirtga nisbatan olingan N_E spektr keltirilgan.



PVK uchun lokal holatlar spektrlari, PV+rodamin 6J bilan sensibilizatsiyalangan. Ekspozitsiya vaqti turlicha: 1 – $\Delta t = 10$ minut, 2 – $\Delta t = 2$ minut, 3 – $\Delta t = 1$ sekund.

Rasmdan ko'rinib turibdiki, maksimumlar va ularning holati vaqt intervali Δt ga bog'liq bo'lmas ekan, faqat intensivligi va ko'rinishi qisman o'zgarar ekan.

Yuqorida zichlikka ega bo'lgan elektron holatlarda yorug'lik ta'sirida zaryadlarning kamayishi natijasida hosil bo'lgan spektrlarni aniqlashda yorug'lik nuri yuqori darajada kesuvchi yorug'lik filtridan foydalaniladi. Yorug'lik nurini o'tkazuvchanligi 1 % atrofida belgilangan vaqtda yoritilganda potensial tushuvi aniqlanib, integral spektrini grafik ravishda differensiyalanadi va xajmi bo'yicha elektron holatlarining zichlik spektri aniqlanib, qisqa to'lqin sohasidagi spektr bilan birlashtiriladi. Neytral filtr bilan o'lchangan ΔU ; qiymatini $100/\tau$ ko'paytiriladi τ – neytral filtrini o'tkazuvchanligi % hisobida $100 \Delta U / \tau$ natijani γ normiravka koeffitsientiga ko'paytirib elektrofotografik sezgirlik spektri asosida, elektron-lokol holatlar spektri topiladi. Organik yarim o'tkazgichlarning tipik vakillari PVK, lyuvikan, Poliktronlarda birinchi navbatda yorug'lik filtrlari (7 tasida) yordamida yorug'lik nuri ta'sirida zaryad tushuvini 7 ta filtr yordamida monoxromatik yorug'lik nuri bilan potensial tushuvini aniqlanadi. Barcha holatda potensial tushuvi boshlang'ich potensialga nisbatan 50% ni tashkil etdi. Yoritilish vaqti 10 minut. Har o'lchovda

fotooʻtkazgich qaytadan maksimal potensialga zaryadlanadi. Har bir oʻlchashda namuna 800° S da kalit yordamida 10-15 soat davomida quritilib, zaryadlanish jarayonini yaxshilanib borishi kuzatiladi. 50-100 marta zaryadlash natijasida 10% gacha potensial tushuvi boʻlishi mumkin. Bu farqni ekran turi koronetor orqali avvalgi natijalarga keltirish amalga oshiriladi.

Shunday qilib organik yarim oʻtkazgichlarning energetik jihatidan lokal holatlarini taqsimotini aniqlash uchun uzun toʻlqin metodi yordamida elektrofotografik sezgirlik spektrini kvaziluksiz sohadan tashqarida amalga oshirilgan optik oʻtishlar oʻrganiladi.

Namuna qoʻzgʻalgan holatiga keltirilganda namunga sirtidagi potensial tushuvi toʻliq amalga oshmaydi. Qolgan potensial (zaryad) toʻlqin uzunlikka bogʻliq boʻlmaydi. Navbatda uzun toʻlqin chegarasi yorugʻlik filtri yordamida oʻlchashlar olib boriladi. Statsionar potensial tushuvi aniqlanadi. Barcha yorugʻlik filtri yordamida spektr kesilib, yorugʻlik oʻtkazuvchanligi qisqa toʻlqin uzunligini tamon siljitib boradi. Soʻngra potensial tushuvi bilan kvant energiyasi oʻrtasida bogʻlanish grafigi aniqlanadi va elektrofotografik sezgirlik spektri hisoblanadi. Lokal holatlar konsentratsiyasi bitta elementar zaryadni yorugʻlik nuri taʼsirida tushuvini amalga oshirilsa, bu zaryad tushuvi namunadagi bitta lokal holatni nurlantirilganligi toʻgʻri keladi. Demak, man etilgan zonadagi lokal markazlar zichligi topiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR ROʻYXATI:

1. I.A. Akimov va boshqalar . Sensibilizatsiyali fotoeffekt. Moskva, Nauka, 1993yil, 433 bet.
2. Z.A. Gʻoziev, I.A. Akimov. Organik yarim oʻtkazgichlarning Elektron - lokal holatlari. Leningrad, GOI, 1984 yil.
3. Z.A. Gʻoziev, I.A. Akimov. Organik yarim oʻtkazgichlarda sensibilizatsiya jarayoni. Moskva, JNIFK, 1984 yil, № 6.
4. A.M. Meshkov, Z. A. Gʻoziev va boshqalar; Organik yarim oʻtkazgichlarda sensibilizatsiya jarayoni, Sankt-Petrburg, "Nauka" 2004yil.
5. Kamolova, M. M., & Usmonov, I. M. (2022). INVESTIGATION OF PHOTOELECTRIC PROPERTIES OF THIN FILMS BASED ON CDTE. THEORY AND ANALYTICAL ASPECTS OF RECENT RESEARCH, 1(5), 241-244.
6. Камолова, М. (2022). МЕХАНИЗМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА С ЗАРЯЖЕННОЙ ГРАНИЦА КРИСТАЛЛИТОВ В ПОЛИКРИСТАЛЛАХ МЕТОДОМ ИЗУЧЕНИЯ ПОПЕРЕЧНОГО ЭФФЕКТА НЕРНСТА-ЭТТИНГСГАУЗЕНА. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, 2 (10), 129-134.
7. Камолова Мухаббат Мухиддин кизи, Собиров, Махмуд Мамарасулович, Розиков Журабек Юлдашбой угли, Рузибоев Валижон Умарали угли

(2021). ИЗМЕРЕНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА В ЧИСТОЙ АТМОСФЕРЕ. EDITOR COORDINATOR, 308.

8. Kamolova, M. M. (2022). PHOTOELECTRIC PROPERTIES in CdTe. IJODKOR O'QITUVCHI, 2(22), 430-432.

9. M. Kamolova, D.A. Sobirjonova, B.B. Akhmedov THE ELECTRONIC PROPERITES OF InAs, GaSb, AND AISb HETEROSTRUCTURES

10. Akhmedov, B., Rozikov, J., Muminov, I., & Ruziboev, V. (2018). ABOUT WAVEFUNCTIONS IN LOW-DIMENSIONAL SEMICONDUCTORS. *Central Asian Problems of Modern Science and Education*, 3(4), 51-57.

11. Rozikov, J., Akhmedov, B., Muminov, I., & Ruziboev, V. (2019). DIMENSIONALLY QUANTIZED SEMICONDUCTOR STRUCTURES. *Scientific Bulletin of Namangan State University*, 1(6), 58-63.

12. Розиков, Ж. Ю., Собиров, М. М., & Рузибоев, В. У. (2021). Поляризационные характеристики диффузно отраженного и проходящего излучения в среде с конечной оптической толщиной. «Узбекский физический журнал», 23(2), 11-20.

13. Sobirov, M. M., Rozikov, J. Y., & Ruziboyev, V. U. Formation of neutral points in the polarization characteristics of secondary radiation in the semi-infinite medium model. *International Journal of Multidisciplinary Research and Analysis*, 4, 406-412.

14. Собиров, М., Розиков, Ж., Рузибоев, В., & Ходиев, И. (2021). ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА В ЧИСТОЙ АТМОСФЕРЕ НА БОЛЬШОЙ ВЫСОТЕ. *InterConf*, 249-253.