

ISSN 2181-7839

XALQ TA'LIMI

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI XALQ TA'LIMI VAZIRLIGINING
ILMIY-METODIK JURNALI

Muassis:

O'zbekiston Respublikasi Xalq ta'limi vazirligi

PUBLIC EDUCATION

SCIENTIFIC-METHODICAL JOURNAL
MINISTRY OF PUBLIC EDUCATION OF THE
REPUBLIC OF UZBEKISTAN

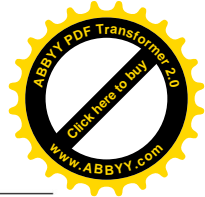
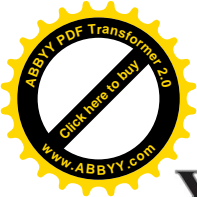
6

2021

(Maxsus son)

Jurnal 1918-yil dekabr oyidan chiqa boshlagan
O'zMAA tomonidan 2013-yil 4-martda qaytadan ro'yxatga olinib, 0104-raqamli guvohnoma berilgan.

TOSHKENT



TAHRIRIYAT

4 Ta'lim-tarbiya, ilm-fan – millatni buyuk qiladi



TA'LIM VA TARBIYA NAZARIYASI

- S. Turg'unov, D. Akmalova 6** Oliy ta'lim muassasalarida pedagogik jarayonlarni tashkil etish va boshqarish jarayonlarini takomillashtirish strategiyalari
- M. Saidova 13** Ta'lim islohotlari yangi bosqichda
- Z. Isaqova 16** Yangi O'zbekiston – ma'naviy yangilanish: mavjud muammolar va istiqboldagi yechimlar
- G. Narzullayeva 21** Oila munosabatlarda gender tengligiga erishishning muhim jihatlari
- S. Mirzaxolov 25** Mustaqillikning o'ttiz yilligi – yosh tadbirkor kadrlarni tayyorlash sohasidagi islohotlarning tarix sahifasida aks etishi



TA'LIM VA TARBIYA METODIKASI

- G'. Tajibayev 30** Boshlang'ich sinflarda chet tilini o'rganish va o'rgatishning maqsad va natijalari
- H. Najmiddinova 35** Matematik tafakkur: u qachon va qanday shakllanadi?
- R. Dehqonov, Sh. Abdullayev, S. Mamatqulova 40** "Tovarlar kimyosi" fanini o'qitishning zarurati va dolzarbligi
- I. Xaxidov 44** Uzviylik va uning fizika fanini o'qitishdagi o'rni
- R. Ikramov, R. Jalalov, X. Muminov, A. Ergashev 48** Amorf yarim o'tkazgichning zonalararo yutilish spektrini kubo – grinvud formulasida hisoblash
- I. Islomov 54** O'zbek tili geografik terminlarida polifunksionallik
- G. So'fiboyeva 59** Boshlang'ich sinflarda geometrik materiallarni o'rgatish metodikasini takomillashtirish
- D. Kuliyeva 64** Forscha fe'llar leksikasi ("kodeks kumanikus" qo'lyozmasi misolida)



ZAMONAVIY TA'LIM TEXNOLOGIYALARI

- M. Sobirova 73** Yangi O'zbekistonda integratsiyalashgan texnologiya asosida insonparvarlik tarbiyasini berish
- U. Fayzullayev 79** Kichik biznes – yoshlarni hayotga tayyorlashning muhim yo'nalishi



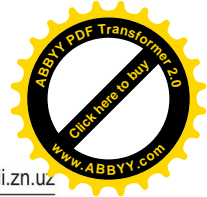
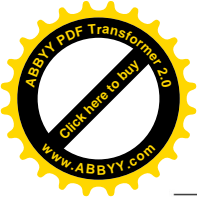
TA'LIM SIFATI: MAZMUN VA MOHIYAT

- U. Babaxodjayev, O. Ismanova 81** Akademik litsey va ixtisoslashgan maktablarda fizika fanini o'qitish sifatini oshirish usullari
- M. Raximova 87** Boshlang'ich sinf o'quvchilarida ijtimoiy ko'nikmalarni rivojlantirishning diagnostik usullar



JISMONIY TARBIYA VA SPORT

- B. Madaminov 93** Jismoniy madaniyat va sportning inson kamolotiga erishishdagi ahamiyati



Rustamjon IKRAMOV,

Namangan davlat universiteti, fizika-matematika fanlari doktori, dotsent

Ravshanbek JALALOV,

Namangan davlat universiteti, fizika-matematika fanlari bo'yicha (PhD), ilmiy-tadqiqotlar va ilmiy pedagogik kadrlar tayyorlash bo'limi boshlig'i

Xurshidbek MUMINOV,

Namangan davlat universiteti mustaqil izlanuvchisi

Azizjon ERGASHEV,

Namangan davlat universiteti magistranti

AMORF YARIM O'TKAZGICHNING ZONALARARO YUTILISH SPEKTRINI KUBO – GRINVUD FORMULASIDA HISOBLASH

Annotatsiya

Amorf yarimo'tkazgichlar uchun Devis – Mott yaqinlashish usuliga ko'ra, Kubo-Grinvud formulasidan zonalararo yutilish spektrini hisoblashni yangi usuli keltirilgan. Bu usulga ko'ra, hisoblangan zonalararo yutilish spektri tajribalardan olingan natijalarni tushuntira olishi uchun Kubo-Grinvud formulasidagi aniqmas integralni aniq integral ko'rishiga keltirib olish shart ekanligi ko'rsatilgan. Amorf yarimo'tkazgichlardagi elektron holatlari zichligini taqsimoti uchun yoziladigan Tausni empirik modeliga ko'ra aniq integral chegaralarini aniqlanishi tushuntirilgan.

Kalit so'zlar. Amorf yarimo'tkazgichlar, elektronlarni zonalararo opik o'tishlari, zonalararo yutilish spektri, Kubo-Grinvud formulasi, Devis-Mott yaqinlashish usuli, Tausning empirik modeli.

Для аморфных полупроводников представлен новый метод расчета спектра межзонального спектра поглощения по формуле Кубо-Гринвуда в соответствии с методом приближения Дэвиса-Мотта. Было показано, что для того, чтобы рассчитанный этим методом спектр межзонального спектра поглощения объяснял результаты, полученные в результате экспериментов, необходимо привести неопределенный интеграл в формуле Кубо-Гринвуда к точному интегральному виду. Объясняется, что точные интегральные границы определяются в соответствии с эмпирической моделью Тауса, написанной для распределения плотности электронных состояний в аморфных полупроводниках.

Ключевые слова. Аморфные полупроводники, межзональные оптические переходы электронов, межзональный спектр поглощения, формула Кубо-Гринвуда, метод приближения Дэвиса-Мотта, эмпирическая модель Тауса.

For amorphous semiconductors, a new method is presented for calculating the spectrum of the interband absorption spectrum using the Kubo-Greenwood formula in accordance with the Davis-Mott approximation method. It was shown that in order for the spectrum of the interband absorption spectrum calculated by this method to explain the results obtained as a result of experiments, it is necessary to reduce the indefinite integral in the Kubo-Greenwood formula to an exact integral form. It is explained that the exact integral boundaries are determined in accordance with the Taus empirical model, written for the distribution of the density of electronic states in amorphous semiconductors.

Key words. Amorphous semiconductors, interband optical transitions of electrons, interband absorption spectrum, Kubo-Greenwood formula, Davis-Mott approximation method, Taus empirical model.

Ma'lumki, kristall bo'lmagan yarimo'tkazgichlarning optik yutilish koeffitsienti spektral xarakteristikasini yutilgan fotonlarni energiyasiga mos ravishda, energetik sohalarga ajratib tadqiq qilindi. Ana shu sohalardan biri, zonalararo yutilish sohasidir. Bu sohada elektronlarni valent zonadan o'tkazuvchanlik zonasiga optik o'tishlari sodir bo'ladi. Amorf yarimo'tkazgichlar uchun zonalararo yutilish spektrini Devis – Mott yaqinlashish usuliga ko'ra, Kubo-Grinvud formulasidan hisoblanadi [1]:

$$\alpha(\hbar\omega) = \frac{8\pi^4 e^2 \hbar^2 a}{m^2 n_0 c} \int \frac{g_v(\varepsilon) g_c(\varepsilon + \hbar\omega)}{\hbar\omega} d\varepsilon. \quad (1)$$

[2,3] ishlarda (1) formulani hisoblash usullari keltirilgan. Bu formulani:

$$\alpha(\hbar\omega) = A \int \frac{g_v(\varepsilon) g_c(\varepsilon + \hbar\omega)}{\hbar\omega} d\varepsilon, \quad (2)$$

ko'rinishda yozilgan. Bu yerda proporsionallik koeffitsienti

$$A = \frac{8\pi^4 e^2 \hbar^2 a}{m^2 n_0 c}.$$

[4] ishda valent va o'tkazuvchanlik zonalarining chegaralaridagi elektron holatlari zichliklarning taqsimotlari darajali bo'lishi ko'rsatilgan: valent zonaning yuqorisi chegarasi yaqinida

$$g_v(\varepsilon) = C_1 (\varepsilon_B - \varepsilon)^p, \quad \varepsilon \leq \varepsilon_B \quad (3)$$

o'tkazuvchanlik zonaning quyi chegarasi yaqinida

$$g_c(\varepsilon) = C_2 (\varepsilon - \varepsilon_A)^s, \quad \varepsilon_A \leq \varepsilon \quad (4)$$

bu yerda C_1 , C_2 – o'zgarimaslar, p va s lar o'zgarimas sonlar bo'lib, S va 1 qiymatlarga ega bo'lishi mumkin [5].

(3) va (4) formulalardagi ε_A – o'tkazuvchanlik zonaning quyi va ε_B – valent zonaning yuqori chegaralarining energetik o'rinlari bo'lganligi uchun:

$$\varepsilon_B - \varepsilon_A = \varepsilon_c - \varepsilon_v, \quad \varepsilon_A - \varepsilon_B = \varepsilon_c - \varepsilon_v = E_g.$$

Bu yerda E_g harakatchanlik tirqishining energetik kengligi.

Quyidagi belgilashni kiritib

$$y = \frac{\varepsilon_A - \hbar\omega - \varepsilon}{\varepsilon_A - \hbar\omega - \varepsilon_B}, \quad 0 \leq y \leq 1. \quad (5)$$

uni differensiallab quyidagi ifoda olingan:

$$dy = \frac{-1}{\varepsilon_A - \hbar\omega - \varepsilon_B} d\varepsilon = \frac{1}{\hbar\omega - E_g} d\varepsilon, \quad (6)$$

va (2) formulani quyidagi ko'rinishda yozilgan:

$$\alpha(\hbar\omega) = A \int \frac{C_1 (\varepsilon_B - \varepsilon)^p C_2 (\varepsilon - \varepsilon_A + \hbar\omega)^s}{\hbar\omega} d\varepsilon. \quad (7)$$

(5) formuladan foydalanib quyidagi ifodalar olingan:

$$\varepsilon - \varepsilon_A = y(\hbar\omega - E_g) - \hbar\omega, \quad (8)$$

$$\varepsilon_B - \varepsilon = (1 - y)(\hbar\omega - E_g), \quad (9)$$

(6), (8) va (9) ni (7) ga qo'yib:

$$\alpha(\hbar\omega) = AC_1 C_2 \int \frac{(1 - y)^p y^s (\hbar\omega - E_g)^{p+s+1}}{\hbar\omega} dy = C \frac{(\hbar\omega - E_g)^{p+s+1}}{\hbar\omega} \int (1 - y)^p y^s dy, \quad (10)$$

ifoda olingan. y ni o'zgarish chegarasini hisobga olib, bu integralni quyidagi ko'rinishda

yozilgan:

$$\alpha(\hbar\omega) = C \frac{(\hbar\omega - E_g)^{p+s+1}}{\hbar\omega} \int_0^1 (1-y)^p y^s dy \quad (11)$$

Bu ifodadagi integralni yechimi gamma funksiya orqali quyidagi ko'rinishda yozilgan:

$$\int_0^1 (1-y)^p y^s dy = \frac{\Gamma(s+1)\Gamma(p+1)}{\Gamma(s+p+2)} \quad (12)$$

Bundan foydalanib zonalararo yutilish koeffitsienti spektri uchun quyidagi ifodani olingan:

$$\alpha(\hbar\omega) = C \frac{\Gamma(s+1)\Gamma(p+1)}{\Gamma(s+p+2)} \frac{(\hbar\omega - E_g)^{p+s+1}}{\hbar\omega} \quad (13)$$

Bizningcha (12) integralni hisoblash uchun gamma funksiya dan foydalanish shart emas. Chunki bu formuladagi p va s lar S va 1 qiymatlar ega bo'lganda (12) integralni analitik yechimlarini olish mumkin

[6]:

1. $p = S$ va $s = S$ bo'lganda

$$\int_0^1 (1-y)^{1/2} y^{1/2} dy = \frac{1}{4} ((2y-1)\sqrt{y(1-y)} + \arctg \sqrt{\frac{y}{1-y}}) \Big|_0^1 = \frac{\pi}{8}, \quad (14)$$

2. $p = S$ va $s = 1$ bo'lganda

$$\int_0^1 (1-y)^{1/2} y^1 dy = -\frac{2(3y+1)}{15} \sqrt{(1-y)^3} \Big|_0^1 = \frac{4}{15}, \quad (15)$$

3. $p = 1$ va $s = S$ bo'lganda

$$\int_0^1 (1-y)^1 y^{1/2} dy = -\frac{4}{15} \sqrt{(1-y)^5} \Big|_0^1 = \frac{4}{15}, \quad (16)$$

4. $p = 1$ va $s = 1$ bo'lganda esa,

$$\int_0^1 (1-y)^1 y^1 dy = (\frac{y^2}{2} - \frac{y^3}{3}) \Big|_0^1 = \frac{1}{6} \quad (17)$$

(15) va (16) formulalardan ko'rinadiki, ruxsat etilgan zonalarini chegarasidagi holat zichligining taqsimotlari darajali bo'lganda bu darajalarni o'zni almashgani bilan zonalararo yutilish spektrini ifodasi o'zgarmas ekan. [5] Ishda ham xuddi shunday natija olingan. Shuni aytib o'tish kerakki, (12) ifodadan foydalanib bajarilgan hisoblashlar ham xuddi shunday natijalarni beradi. Misol uchun $p=1$ va $s=1$ bo'lganda quyidagi natijani olish mumkin:

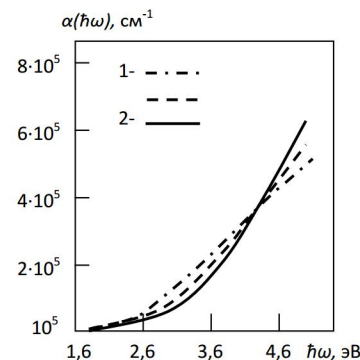
$$\int_0^1 (1-y)^1 y^1 dy = \frac{\Gamma(1+1)\Gamma(1+1)}{\Gamma(1+1+2)} = \frac{1}{6}$$

(11) ifodaga (14)-(17) larni qo'yib zonalararo yutilish spektrlari uchun quyidagi ifodalarni olamiz:

1. $p = S$ va $s = S$ bo'lganda

$$\alpha(\hbar\omega) = C_0 \frac{(\hbar\omega - E_g)^2}{\hbar\omega}, \quad (18)$$

2. $p = S$ va $s = 1$, hamda $p = 1$ va $s = S$ bo'lganda



1-rasm 1-(18), 2-(19) va 3-(20) formulalardan hisoblangan zonalararo yutilish spektrlari.

$$\alpha(\hbar\omega) = C_0 \frac{(\hbar\omega - E_g)^{5/2}}{\hbar\omega}, \quad (19)$$

3. $p = 1$ va $s = 1$ bo'lganda esa,

$$\alpha(\hbar\omega) = C_0 \frac{(\hbar\omega - E_g)^3}{\hbar\omega}. \quad (20)$$

(18), (19) va (20) ifodalardan hisoblangan zonalararo yutilish spektrlarining grafiklari 1-rasmda keltirilgan. Hisoblashlarni amorf gidrogenizatsiyalangan kremiy ($a\text{-Si:H}$) uchun [7] ishda keltirilgan $E_g = 1.8$ eV va $C_0 = 2.5 \cdot 10^5 \text{ sm}^{-1}$ qiymatlarni qo'yib bajarildi. Bu grafiklarni hisoblashda refer nuqta sifatida, $\hbar\omega = E_g = 1.8$ eV bo'lganda $\alpha(\hbar\omega) = 5 \cdot 10^5 \text{ sm}^{-1}$ teng bo'ladigan nuqta tanlandi [8].

Amorf yarimo'tkazgichlarda o'tkazilgan tajriba va boshqa usullarda bajarilgan hisoblashlarni ko'rsatishicha zonalararo yutilish spektrlarining grafiklari birinchidan qabariq bo'lishi, ikkinchidan bu spektrining qiymatlari ruxsat etilgan zonalarining darajasi kattalashib borgan sari ortib borishi kerak [9]. 1 – rasmdan ko'rinadiki, (18), (19) va (20) ifodalardan hisoblangan grafiklar, tajriba natijalarini qanoatlantirmas ekan.

Bizningcha bu kamchilikni bartaraf etish uchun (7) ifodagi integralni (5) ifodadan foydalanib aniq integral ko'rinishda ifodalash kerak.

Buning uchun (5) ifodadan $y=0$ ga teng bo'lganda (7) formuladagi integralni quyi chegarasi (ε_1) uchun:

$$0 = \frac{\varepsilon_A - \hbar\omega - \varepsilon_1}{\varepsilon_A - \hbar\omega - \varepsilon_B}, \quad \varepsilon_A - \hbar\omega - \varepsilon_1 = 0, \quad \varepsilon_1 = \varepsilon_A - \hbar\omega, \quad (21)$$

tenglikni olamiz. Shu integralni yuqori chegarasi (ε_2) uchun esa, $y=1$ ga teng bo'lganda:

$$1 = \frac{\varepsilon_A - \hbar\omega - \varepsilon_2}{\varepsilon_A - \hbar\omega - \varepsilon_B}, \quad \varepsilon_A - \hbar\omega - \varepsilon_2 = \varepsilon_A - \hbar\omega - \varepsilon_B, \quad \varepsilon_2 = \varepsilon_B, \quad (22)$$

tenglikni olamiz. Bulardan foydalanib (7) formulani quyidagi ko'rinishda yozamiz

$$\alpha(\hbar\omega) = \frac{C}{\hbar\omega} \int_{\varepsilon_A - \hbar\omega}^{\varepsilon_B} (\varepsilon_B - \varepsilon)^p (\varepsilon - \varepsilon_A + \hbar\omega)^s d\varepsilon \quad (23)$$

11) formuladagi integral bilan (23) formuladagi integrallar teng kuchli bo'lganligi uchun, agar p va s lar ma'lum bo'lsa, undan zonalararo yutilish spektrlarining analitik yechimini olish mumkin. [10] dan foydalanib quyidagi ifodalarni olamiz:

1. $p = S$ va $s = S$ bo'lganda:

$$\begin{aligned} \alpha(\hbar\omega) &= C \int_{\varepsilon_A - \hbar\omega}^{\varepsilon_B} \frac{(\varepsilon_B - \varepsilon)^{1/2} (\varepsilon - \varepsilon_A + \hbar\omega)^{1/2}}{\hbar\omega} d\varepsilon = \\ &= \frac{C_0}{\hbar\omega} (2(\hbar\omega - E_g) \sqrt{E_g \hbar\omega} + (E_g + \hbar\omega)^2 \arctg(\frac{E_g - \hbar\omega}{\sqrt{4E_g \hbar\omega}})) \quad C_0 = \frac{C}{4}. \end{aligned} \quad (24)$$

2. $p = S$ va $s = 1$, bo'lganda:

$$\begin{aligned} \alpha(\hbar\omega) &= \frac{C}{\hbar\omega} \int_{\varepsilon_A - \hbar\omega}^{\varepsilon_B} (\varepsilon_B - \varepsilon)^{1/2} (\varepsilon - \varepsilon_A + \hbar\omega) d\varepsilon = \\ &= \frac{C_0}{\hbar\omega} (5(\hbar\omega + E_g)(\sqrt{(\hbar\omega)^3} - \sqrt{E_g^3}) - 3(\sqrt{(\hbar\omega)^5} - \sqrt{E_g^5})) \quad C_0 = \frac{2C}{15}. \end{aligned} \quad (25)$$

3. $p = 1$ va $s = S$ bo'lganda:

$$\alpha(\hbar\omega) = \frac{C}{\hbar\omega} \int_{\varepsilon_A - \hbar\omega}^{\varepsilon_B} (\varepsilon_B - \varepsilon)^1 (\varepsilon - \varepsilon_A + \hbar\omega)^{1/2} d\varepsilon =$$

$$= \frac{C_0}{\hbar\omega} (5(\hbar\omega + E_g)(\sqrt{(\hbar\omega)^3} - \sqrt{E_g^3}) - 3(\sqrt{(\hbar\omega)^5} - \sqrt{E_g^5})) \quad (26)$$

4. $p = 1$ va $s = 1$ bo'lganda esa:

$$\alpha(\hbar\omega) = \frac{C}{\hbar\omega} \int_{\varepsilon_A - \hbar\omega}^{\varepsilon_B} (\varepsilon_B - \varepsilon)^1 (\varepsilon - \varepsilon_A + \hbar\omega)^1 d\varepsilon =$$

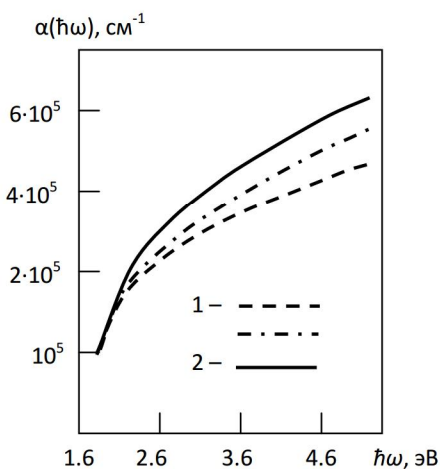
$$= \frac{C_0}{\hbar\omega} (\hbar\omega - E_g)(E_g^2 + 4\hbar\omega E_g + (\hbar\omega)^2) \quad C_0 = \frac{C}{6} \quad (27)$$

Amorf gidrogenizatsiyalangan kremiy (*a-Si:H*) uchun ($E_g = 1.8$ eV va $C_0 = 2.5 \cdot 10^5$ cm⁻¹) (hisoblangan (24), (26) va (27) zonalararo yutilish spektrlarining grafiklari 2 - rasmda keltirilgan. Rasmdan ko'rish mumkinki, bu spektrlarni barchasi qabariq bo'lib, tajriba natijalariga mos keladi. Bundan tashqari, ruxsat etilgan zonalardagi elektron holatlari zichligi taqsimotning darajasi kattalashib borgan sari zonalararo yutilish koeffitsientining qiymatlari ham kattalashib boradi. Bundan ko'rinadiki, Kubo-Grinvud formulasidan zonalararo optik yutilish koeffitsienti spektrini hisoblashda, bu formuladagi integral aniq integral bo'lishi kerak ekan.

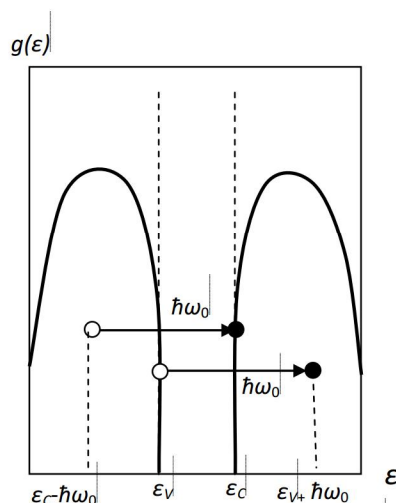
Endi Kubo-Grinvud formulasidagi aniq integralni chegarasi qanday aniqlanishini qarab chiqamiz. Buning uchun elektron holatlari zichligi taqsimotini Tausning empirik modeli [11] ko'rinishida tanlaymiz. Bu modelga ko'ra, amorf yarimo'tkazgichlarni ruxsat etilgan zonalarni dumlari holat zichliklari hisobga olinmaydi.

$$g_V(\varepsilon) = C_1 \begin{cases} 0, & \varepsilon > \varepsilon_V \\ (\varepsilon_V - \varepsilon)^{1/2}, & \varepsilon \leq \varepsilon_V \end{cases}$$

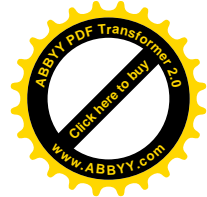
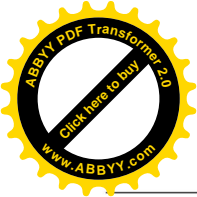
$$g_C(\varepsilon) = C_2 \begin{cases} (\varepsilon - \varepsilon_C)^{1/2}, & \varepsilon \geq \varepsilon_C \\ 0, & \varepsilon < \varepsilon_C \end{cases}$$



2-rasm. Amorf gidrogeniza-siyalangan kremiy (*a-Si:H*) uchun 1-(24), 2-(25) va 3-(27) formulardan hisoblangan zonalararo yutilish spektr-lari.



3-rasm. Taus modeliga ko'ra, $\hbar\omega_0$ energiyali fotonlar yutilganda mumkin bo'lgan elektronlarni optik o'tishlari.



Shuning uchun elektronlarni faqat valent zonadan o'tkazuvchanlik zonasiga optik o'tishlari sodir bo'ladi. Ma'lumki, buning uchun yutilgan fotonlarni energiyasi harakatchanlik tirqishining energetik kengligidan kichik bo'lmazligi kerak ($\hbar\omega_0 \geq E_g$). Bu optik o'tishda ishtirok etuvchi eng katta energetik holatdagi elektron valent zonani yuqori chegarasida joylashgan bo'lishi kerak. Chunki, optik o'tishda ishtirok etuvchi elektronni energetik holati valent zonaning yuqori chegarasidagi energetik holatdan yuqorida joylashgan bo'lsa bu elektron valent zonaning dumidan o'tkazuvchanlik zonasiga o'tadi. $\hbar\omega_0$ energiyali fotonlar yutilganda eng kichik energetik holatdagi elektron esa, o'tkazuvchanlik zonasining quyi chegarasidagi energetik holatdan ($\varepsilon_C - \hbar\omega_0$) intervalga pastda joylashgan bo'lishi kerak. Agar optik o'tishda ishtirok etuvchi elektronni energetik holati $\varepsilon_C - \hbar\omega_0$ intervaldan pastda joylashgan bo'lsa, u valent zonadan o'tkazuvchanlik zonasining dumiga o'tadi. Bu hollarda elektronning optik o'tishlari zonalararo bo'lmaydi. Shuning uchun, Kubo – Grinvud formulasidan zonalararo yutilish koeffitsientini hisoblashda, bu formuladagi aniq integralni yuqori chegarasi valent zonaning yuqori chegarasiga (ε_V), quyi chegarasi esa $\varepsilon_C - \hbar\omega_0$ energetik holatga mos kelishi kerak.

Shunday qilib, ushbu ishda amorf yarimo'tkazgichlarga xos bo'lgan tajribalardan aniqlangan va Devis-Mott yaqinlashish usuliga ko'ra Kubo – Grinvud formulasidan hisoblangan zonalararo yutilish spektrlari bir-biriga mos kelishi uchun, Kubo – Grinvud formulasidagi integralni aniq integral ko'rinishiga keltirish shart ekanligi ko'rsatildi. Bu integralni yuqori va quyi chegaralarini aniqlashni Tausning empirik modelidan foydalanib tushuntirildi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Davis E.A., Mott N.F. *Electronic Processes in Non Crystalline Materials*. 1979. P.172.
2. Davis E.A., Mott N.F. *Conduction in Non-crystalline Systems*. // *Phil. Mag.* 1970. V 22. N 179. P. 903-922.
3. Наджафов Б.А. получение гидрогенизированных тонких пленок кремния углерода, для изготовления электронных приборов. *international journal of applied and fundamental research*. 2016. С.764-775.
4. *Аморфные полупроводники* /под ред. М.Бродского. М. Мир. 1982. 419 С.
5. Зайнобидинов С., Икрамов Р.Г., Жалалов Р.М., Нуритдинова М.А. Распределения плотности электронных состояний в разрешенных зонах и межзонные поглощения в аморфных полупроводниках. // *Оптика и спектроскопия*. 2011, –Т. 110, № 5. С. 813-818.
6. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. *Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов*. М. Наука, Гл. Ред. Физ. Мат. Лит. 1986. С. 544.
7. Зайнобидинов С., Икрамов Р.Г., Жалалов Р.М. Энергия Урбаха И хвосты плотности состояний аморфных полупроводников. *Журнал прикладной спектроскопии*. 2011, –Т. 78, № 2. С. 243-247.
8. Фистуль В.И. *Аморфные примеси в полупроводниках*. –М.: Мир. 1992. С.240.
9. *Аморфный кремний и родственные материалы*. /Сб. обзор. под ред. Х. Фрицце – М.: Мир. 1991. С.542.
10. Градштейн И.С., Рыжик М.И. *Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений*. –М.: Гос. изд. физ. - мат. лит. 1963. С.1100.