



**Si(Li) p-i-n TUZILMALARI ASOSIDAGI YADROVIY
NURLANISHLARNI QAYD QILUVCHI 8 TA TASMALI
DETEKTORNING TOQ TASMALARI VOLT-AMPER
XARAKTERISTIKALARINI MODELLASHTIRISH**

**G'.J.Ergashev,
Yo.K.Toshmurodov,
F.K.Islomova**

*O'zbekiston xalqaro islom akademiyasi A.Qodiriy 11, Toshkent sh.
"Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muxandislari
instituti" Milliy tadqiqot universiteti Qarshi filiali, Qarshi sh.
Toshkent kimyo-texnologiya instituti, Toshkent sh.
E-mail:giyosjonergashev23@gmail.com*

Annotatsiya. Ushbu maqolada zamonaviy elektron texnologiyalar sohasida katta ahamiyatga ega bo'lgan yarim o'tkazgichli yadroviy nurlanish detektorlarini xarakteristikallari matematik va kompyuter modellashtirish yordamida tahlil qilingan. Matematik modeldan foydalanib, katta o'lchamdagi sakkiz tasmali yarim o'tkazgichli koordinataga sezgir yadroviy nurlanish detektorlarining volt-amper xususiyatlari taqqoslangan. Tanlangan ketma-ketlikdagi tasmalarning volt-amper xususiyatlari taqqoslandi, bunda bu jarayon MATLAB dastur paketi yordamida amalga oshirildi. Matematik modellashtirishda eng kichik kvadratlar usuli qo'llanildi. Olingan natijalar taklif etilgan ekvivalent elektr sxemasi Si(Li) p-i-n tuzilmalarining tok va kuchlanish qiymatlarini yuqori aniqlik bilan tasvirlash imkonini berishini ko'rsatdi. Tadqiqotlar natijasida tajriba va modellashtirish yo'li bilan olingan natijalar orasidagi eng katta tok kuchi nisbatidagi farq 0,26 ga teng ekanligi aniqlangan.



***Kalit so‘zlar:** kompyuterli matematik model, yarim o'tkazgichli detektor, tok, kuchlanish, tasmalar, eksperimental.*

Jahon miqyosida yarimo'tkazgichlar fizikasi sohasida amaliy tajribalarni nazariy hisoblarga bog'liq holda olib borish jadallik bilan rivojlanib, yarimo'tkazgichli yadroviy nurlanishlarni qayd qiluvchi detektorlar tayyorlashning kimyoviy texnologik jarayonlarini kompyuter-matematik modellashtirish asosida tahlil qilish, katta o'lchamdagi Si(Li) - detektorlarini tayyorlashda diffuziya va dreyf texnologiyalarini optimallashtirish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar olib bormoqda. Ushbu yo'nalishda kremniy asosidagi katta o'lchamdagi detektorlarning elektrofizik, spektrometrik xususiyatlarini hamda ularning strukturaviy xossalarini tahlil qilish bo'yicha tadqiqotlar ustivor hisoblanmoqda. Shu bilan birga katta o'lchamli Si(Li) - detektorlarini tayyorlashda olib boriladigan amaliy texnologik jarayonlarni nazariy taqqoslash bilan birgalikda amalga oshirish, tajriba uchun sarf bo'lgan vaqt va ishlab chiqarish xarajatlarini sezilarli darajaga kamaytirish dolzarb vazifalardan hisoblanadi.

Materiallar va metodlar

Katta o'lchamli yarimo'tkazgichli yadroviy nurlanishlarni qayd qiluvchi sakkizta tasmali koordinata-sezuvchan detektorlarning volt-amper xarakteristikasi (VAX) ni kompyuter-matematik modellashtirish yordamida taqqoslash va tahlil qilish jarayoni matematik modelini tadqiq etish bo'yicha o'tkazilgan turli tajribalar natijalariga asoslanib amalga oshirildi. Bunda kirish parametri kuchlanish, chiqish parametri esa tok kuchi bilan ifodalandi. Jarayonning matematik modelini qurish va tadqiq etish o'tkazilgan amaliy tajribalar asosida amalga oshirildi.

1-jadvalda sakkizta tasmali Si(Li) p-i-n tuzilmalari asosidagi yadroviy nurlanishlarni qayd qiluvchi detektorning toq (1,3,5,7) tasmalari bo'yicha



eksperimental tajriba asosidagi olingan tok kuchi va kuchlanish orasidagi bogʻlanish natijalari keltirilgan.

1-jadval.

Kuchlanish	Detektor tasmasining raqami			
	1-tasma	3-tasma	5-tasma	7-tasma
U (Volt)	I (mkA)			
10	0,2	0,2	0,6	0,2
20	0,3	0,4	0,8	0,3
30	0,4	0,6	0,9	0,4
40	0,45	0,7	1,1	0,5
50	0,46	0,9	1,25	0,6
60	0,48	1,1	1,49	0,7
70	0,53	1,2	1,62	0,8
80	0,68	1,4	1,8	1
90	0,71	1,6	2	1,2
100	0,78	1,7	2,1	1,3
110	0,8	2,1	2,26	1,7
120	0,82	2,4	2,4	1,9
130	0,9	2,5	2,6	2
140	1,2	3	2,9	2,4



Obyektning statik xususiyatlarini baholash uchun chiqish parametrlarining kirish parametrlariga bog‘liqligi grafigidan foydalanilgan. Bunda abssissa o‘qi bo‘ylab kuchlanish qiymatlari, ordinata o‘qi bo‘ylab esa tok kuchini qiymatlari ko‘rsatilgan. 1-jadvaldagi ma’lumotlarga ko‘ra o‘rganilayotgan obyektning statik xarakteristikasi 1-rasm keltirilgan shaklga ega bo‘ladi.

2-rasmdan ko‘rishimiz mumkinki matematik model dastlabki jarayonga yaqinroq bo‘lishi uchun uni kvadrat tenglama ko‘rinishida taqdim etish kerak. Shunda, model turini quyidagi formula ko‘rinishida ifodalash mumkin:

$$y = ax^2 + bx - c \text{ yoki } \mu = ax^2 - bx + c \quad (1)$$

Matematik modellashtirishda obyektни regressiya tenglamasi yordamida tasvirlashning ko‘plab usullari mavjud bo‘lib, ulardan biri eng kichik kvadratlar usulidir. Ushbu usulga ko‘ra, kompyuterning matematik modeli regressiya tenglamasi bilan ifodalanadi, bu erda modellashtirishda olingan qiymatlar va tajribalarda olingan qiymatlar o‘rtasidagi kvadratlar farqi yig‘indisi nolga teng bo‘lishi kerak, ya’ni:

$$\Sigma(Y_{Eks} - Y_{His})^2 \rightarrow \min \text{ yoki } \Sigma(\mu_{Eks} - \mu_{His})^2 \rightarrow \min \quad (2)$$

bu erda: Y_{His} - o‘lchovlar natijasida olingan eksperimental qiymat (bizning holatlarimizda, tok kuchi); Y_{His} — nazariy hisoblangan qiymat.

(1) va (2) ni taqqoslab, biz quyidagilarni olamiz:

$$\Sigma(\mu_{Eks} - (ax^2 - bx + c))^2 \quad (3)$$

(3) tenglamada a , b va c koeffitsiyentlarining qiymati noma’lum. Ushbu koeffitsiyentlarning qiymatini topish uchun eng kichik kvadratlar usulining majburiy shartini amalga oshirish kerak.



Eng kichik kvadratlar usulidan foydalanib, (1) ifodadan noma'lum a , b va c koeffitsiyentlarining qiymatlarini hisoblab chiqish mumkin. Shundan so'ng, yuqoridagi funksiyadan a , b va c koeffitsiyentlari bo'yicha hosilani hisoblaymiz va nolga tenglashtiramiz.

Agar (4) ifoda F bilan belgilansa, u holda quyidagilarni olamiz:

$$F = \Sigma(\mu_{Eks} - (ax^2 - bx + c))^2 \quad (4)$$

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial a} = 0 \\ \frac{\partial F}{\partial b} = 0 \\ \frac{\partial F}{\partial c} = 0 \end{cases} \quad (5)$$

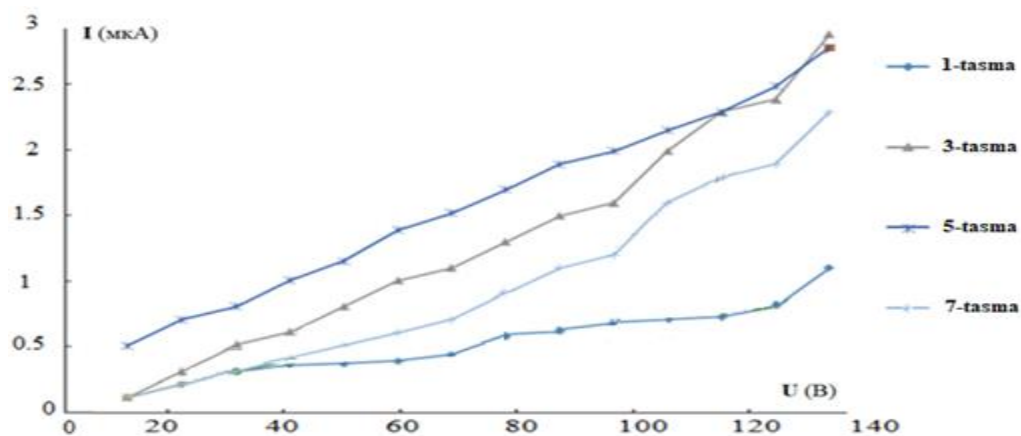
Matematik modelni tajriba jarayoniga yaqinlashtirish uchun uni kvadrat tenglama sifatida ifodalash mumkin. (5) ifodasini (4) ifodasi orqali belgilaymiz, natijada uchta noma'lumli tenglamalar tizimi hosil bo'ladi, ya'ni:

$$\begin{cases} \Sigma(\mu_{Eks} T^2 = a \Sigma T^4 + b \Sigma T^3 + c \Sigma T^2 \\ \Sigma(\mu_{Eks} T = a \Sigma T^3 + b \Sigma T^2 + c \Sigma T \\ \Sigma(\mu_{Eks} = a \Sigma T^2 + b \Sigma T + c N \end{cases} \quad (6)$$

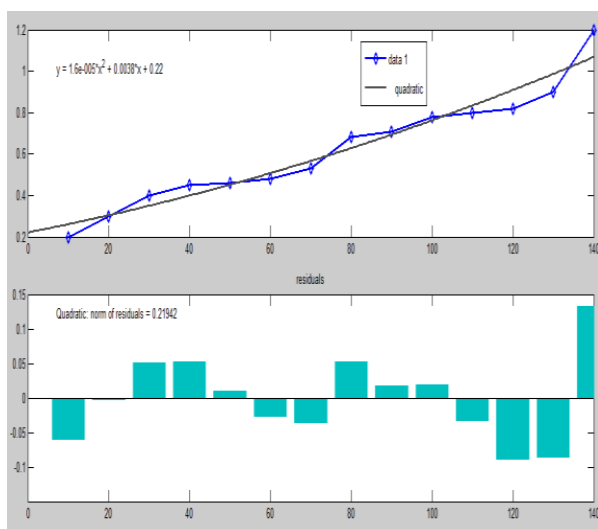
bu erda: N – bajarilgan tajribalar soni (yuqoridagilarga asosan, $N = 15$).

(6) tenglamalar tizimini hisoblab, ularni taqqoslab, matematik modellashtirish tajribasi natijalarini olamiz (1-rasm).

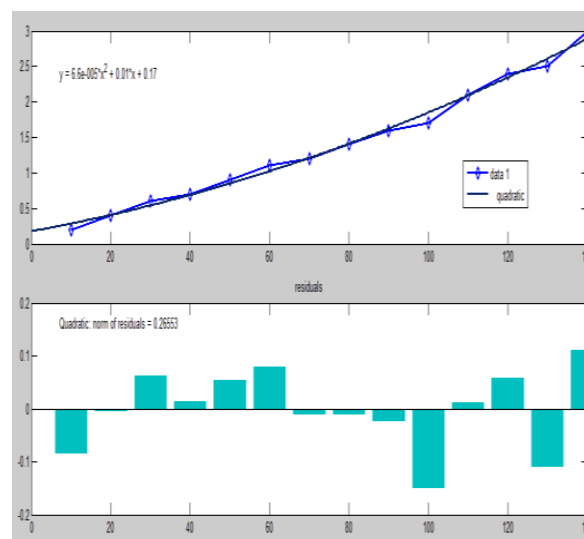
Yarimo'tkazgichli sakkizta tasmali detektorlarning toq (1,3,5,7) tasmalarining voltamper xarakteristikalarini taqqoslandi (2-rasm) va bu tadqiqotlarni olib borishda *MATLAB* dasturi imkoniyatidan foydalanildi.



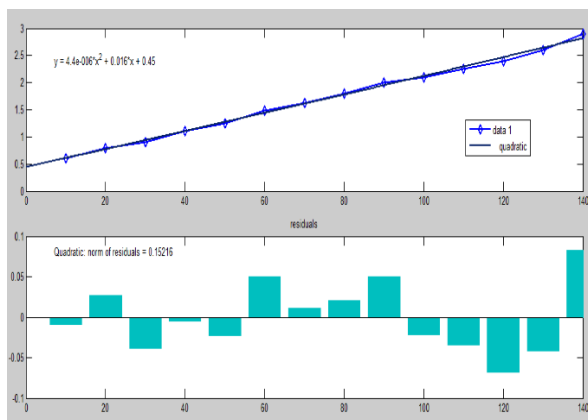
1-rasm. YAO'KSDning toq (1,3,5,7) tasmalari bo'yicha voltamper xarakteristikalari.



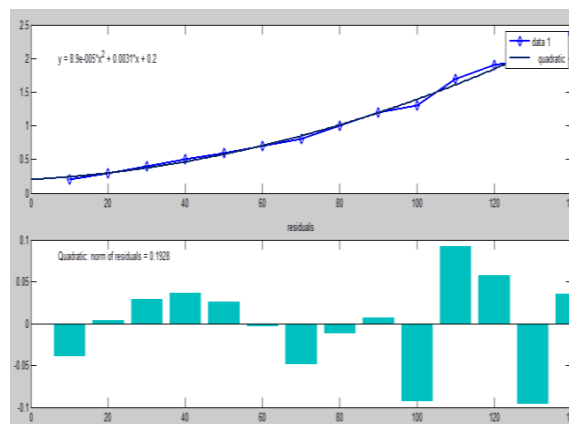
a)



b)



c)



d)

2-rasm. Yarimoʻtkazgichli sakkizta tasmali detektorning toq (1,3,5,7) tasmalari voltamper xarakteristikalarini taqqoslash natijalari. a) 1-tasma, b) 3-tasma, c) 5-tasma, d) 7-tasma.

Katta oʻlchamli yarimoʻtkazgichli yadroviy nurlanishlarni qayd qiluvchi koordinat-sezuvchanli sakkizta tasmali detektorning birinchi tasmasi uchun taklif etilgan ekvivalent volt-amper xarakteristikasi yordamida olingan modellashtirish natijalari bilan eksperimental volt-amper xarakteristikalarini taqqoslash 2-rasm rasmda koʻrsatilgan.

Koʻrinib turibdiki, detektorning birinchi tasmasi uchun modellashtirish yordamida olingan va eksperimental natijalarning ogʻishlari orasidagi farq $\sim 0,21$ ni tashkil qiladi. Shuningdek, boshqa tasmalar uchun olingan natijalar asosida, qolgan tasmalar uchun ushbu koʻrsatkich qiymati $0,11 \div 0,26$ oraligʻida oʻzgarib turishi aniqlandi. Matematik modellashtirish natijalari shuni koʻrsatadiki, taklif qilingan ekvivalent elektr sxemasi Si(Li) p-i-n strukturalarning volt-amper xarakteristikalarini yaxshi aniqlik bilan tasvirlash imkonini beradi.



Xulosa

Tayyorlangan katta o'lchamli sakkizta tasmali yarimo'tkazgichli detektorlarning toq (1,3,5,7) tasmalarida volt-amper xarakteristikalari bo'yicha olingan kompyuter-matematik modellashtirish asosidagi nazariy natijalar hamda amaliy tajriba natijalari o'zaro taqqoslanganda ularning o'rtacha qiymatlaridagi og'ishlar orasidagi tafovut $\sim 0,21\%$ ni tashkil etgan aniqlandi. Shuningdek, yarimo'tkazgichli yadroviy nurlanishlarni qayd qiluvchi detektorni barcha texnologik jarayonlari yaxshi natijani bergani va belgilangan vazifasini bajarishda xatoligi kam ekanligini bildiradi.

Yarimo'tkazgichli detektorlar yordamida tayyorlanilgan qurilma vazifasidan kelib chiqqan holda spektrometrik xarakteristikasi ushbu qurilmaning yaxshi ishlashini belgilab beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Muminov R.A., Saymbetov A.K., Toshmurodov Yo.K., Ergashev G.J., Yavkochdiyev M.Ya. Analysis of the electrophysical dimensions of semiconductor detector with the help of a computerno-mathematical model //International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. 2020. Vol. 7, Issue 9, pp. 14956-14959.
2. Зубченко К.А. Приборно-технологическое моделирование как метод исследования полупроводниковых структур // Молодой учёный Международный научный журнал. 2017.№28(162).с.39-40.
3. Прохорес И.М. Математические модели для анализа статических характеристик многоэлементных полупроводниковых детекторов// Журнал «Радиоэлектроника. Информатика. Управления». 2008.№1(19),с.27-32.



4. Тошмуродов Ё.К., Г.Ж. Эргашев, Сайфуллоев Ш.А. Компьютерно-математическое моделирование электрофизических характеристик полупроводниковых координатно-чувствительных детекторов ядерного излучения // ISSN 0236-3933. Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроений.2018.№1.с.16-20.

5. Muminov R.A., Ergashev G.J., Saymbetov A.K., Toshmurodov Yo.K., Radzhapov S.A., Mansurova A.A., Japashov N.M., Svanbayev Y.A. Application of Additional Leveling Drift Process to Improve the Electrophysical Parameters of Large Sized Si (Li) p-i-n Structures // Journal of Nano- and Electronic Physics. 2020. Vol. 12 No 1, pp 01006-1-01006-5.