

## A<sup>III</sup>B<sup>VI</sup> və A<sup>III</sup>B<sup>III</sup>C<sub>2</sub><sup>VI</sup>- TIPLİ LAYLI MONOKRİSTALLARDA RADIASIYA EFFEKTLƏRİ

A.Z. ABASOVA

*Bakı Dövlət Universiteti.*

AZ-1143, Bakı, Z.Xəlilov 23.

[adela.abasova@mail.ru](mailto:adela.abasova@mail.ru)

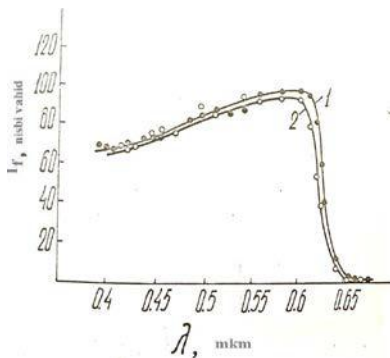
Yarımqeçirici birləşmələrin nüvə texnikasında və kosmik tədqiqatlarda istifadə edilməsi geniş diapazonda yüksək fəthəssaslığa malik, radiasiyaya davamlı kristalların alınması və onlar əsasında fəthəssas quruluşların hazırlanmasının zərurətini doğurur.

Tətbiq olunan işdə yeni texnologiyanın tətbiqi ilə alınan fəthəssas quruluşlara müxtəlif növ ionlaşdırıcı şüalanmanın təsirinin öyrənilməsi sahəsində kompleks tədqiqatlar aparılmışdır.

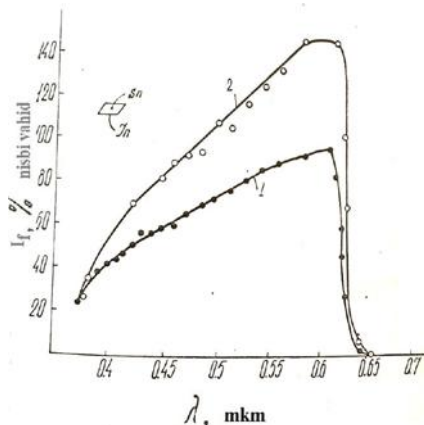
Bu məqsədlə müxtəlif növ şüalanma növündən <sup>60</sup>Co qamma kvantlardan, enerjisi E>0.01 MeV (10<sup>11</sup>-10<sup>14</sup>neyt/sm<sup>2</sup>) olan sürətli neytronlardan, enerjisi 6 və 25 MeV (10<sup>15</sup>-10<sup>16</sup>ee/sm<sup>2</sup>) olan elektronlardan və həmçinin protonlar selindən istifadə edilmişdir.

Aşqarlanmış və aşqarlanmamış GaSe, InSe, onlar əsasında alınmış bərk məhlullarda, üçqat TlGaSe<sub>2</sub>, TlInSe<sub>2</sub>, habelə həmin kristallar əsasında hazırlanmış fotodiod quruluşlarda şüalanmadan əvvəl və sonra tədqiqat aparılmışdır.

Tədqiq olunan işdə GaSe, InSe, TlGaSe<sub>2</sub> və TlInSe<sub>2</sub> – monokristallarının fotoelektrik və fotolüminessensiya xarakteristikaları ölçülmüşdür. 2 növ strukturlar araşdırılmışdır: In-GaSe-In (1 tip), Sn-GaSe-In(2 tip)



Şəkil 1.



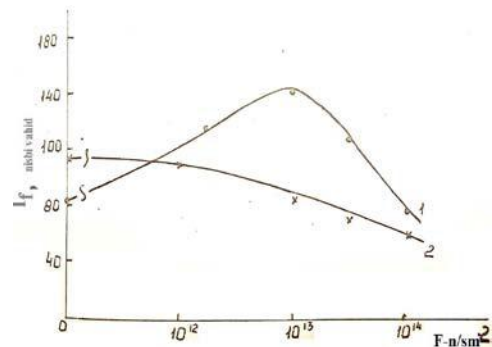
Şəkil 2.

Şəkil 1-də GaSe(1 tip) fotoqeçiriciliyinin spektral əyriləri (1-şüalandırılmadan əvvəl, 2-qamma-kvantlarla şüalanmadan sonra) göstərilmişdir. Şəkil 2-də GaSe (2 tip) kristallarının fotoqeçiriciliyinin qamma-kvantlarla şüalanmadan əvvəl (1) və sonrakı (2) spektral əyriləri verilmişdir.

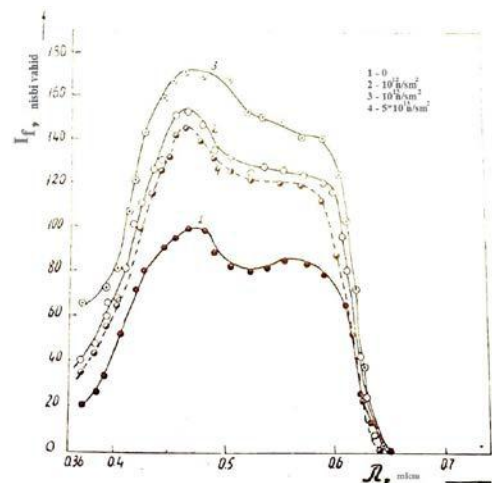
Bu tip kristallarda əsas maksimum 0,6 mkm olmaqla fəthəssaslıq 0,4-0,65 mkm intervalda müəyyən edilmişdir.

Şəkil 1-dən görüldüyü kimi aşqarlanmamış GaSe nin spektral əyriləri şüalanmadan sonra dəyişməz qalır. Şüalanmanın dozasının artması ilə fəthəssaslıq 20-30% dəyişə bilər. GaS:Sn kristallarında fəthəssaslıq γ-şüaların yüksək dozalarında 40-70% artır.

Neytron şüalarının təsiri nəticəsində fəthəssaslığın dəyişməsi qamma-şüaların təsirindən fərqli alınır (şəkil 3).



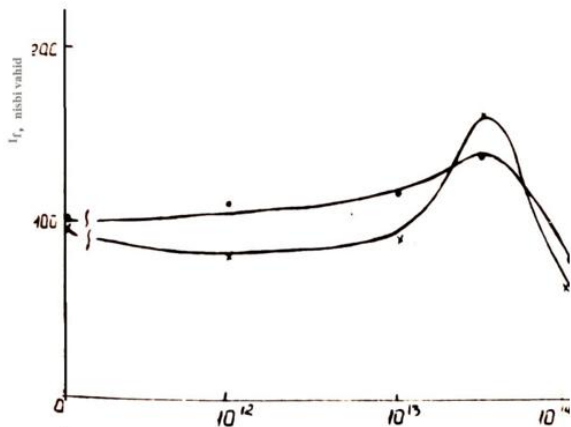
Şəkil 3. Fəthəssaslığın GaSe (1) və GaSe(Sn) (2) kristallarına, (0.6mkm-da) neytronlarla şüalanmadan sonra dozaya asılılıqları(295K).



Şəkil 4. Neytronların GaSe(Sn) kristallarına təsirindən sonrakı spektral xarakteristikaları (295 K).

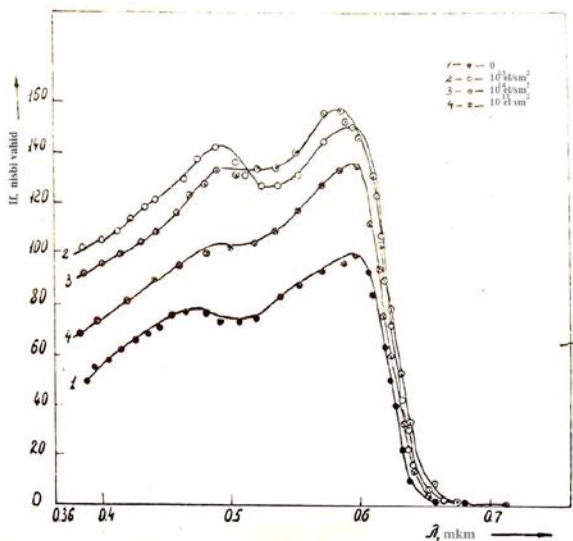
GaSe(Sn) kristallarında fotonəssaslıq daha geniş 0,36-0,7 mkm intervalda alınır.

Aşqarlanmamış kristallardan fərqli olaraq GaSe(Sn) – kristallarında neytronların dozasının artması ilə foto həssaslığın artması müşahidə olur (40%), neytronlarla şualandırıldıqda ( $10^{13}$  n/sm<sup>2</sup> -fluyens) fotohəssaslıq 80%-ə dək artır, daha yüksək  $10^{14}$  n/sm<sup>2</sup> dozalarında fotonəssaslıq azalmağa başlayır. GaSe(1) və GaSe:Sn(2) kristallarının fotokeçiriciliyinin şualanma dozasından asılılıq əyrləri şəkil 5-də verilmişdir.



Şəkil 5.

Alınan nəticələr göstərir ki tədqiq olunan kristallar  $10^{13}$  n/sm<sup>2</sup> fluyensli neytronlarla şualandırıldıqda bütün oblastda fotonəssaslıq demək olar ki dəyişməz qalır, dozanın artması ilə fotonəssaslıq 40-70% artır,  $10^{14}$  n/sm<sup>2</sup> fluyensli neytronların təsiri nəticəsində həssaslıq azalır.

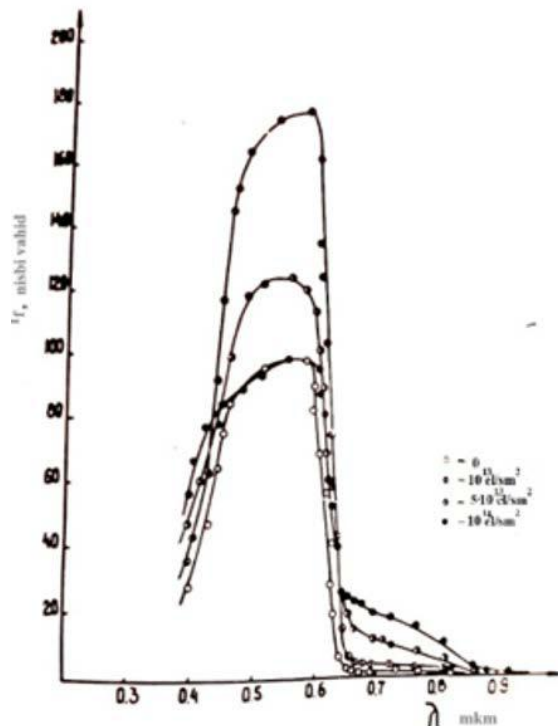


Şəkil 6.

Enerjisi 6 MeVolan elektronlarla  $10^{12}$ - $10^{13}$  el/cm<sup>2</sup> fluyenslərlə kristallar şualandırıldıqda neytronlarla şualanma da olduğu kimi fotokeçiricilik praktik olaraq dəyişmir. Şəkildən görüldüyü kimi fluyenslərin artması ilə fotokeçiricilik artır.

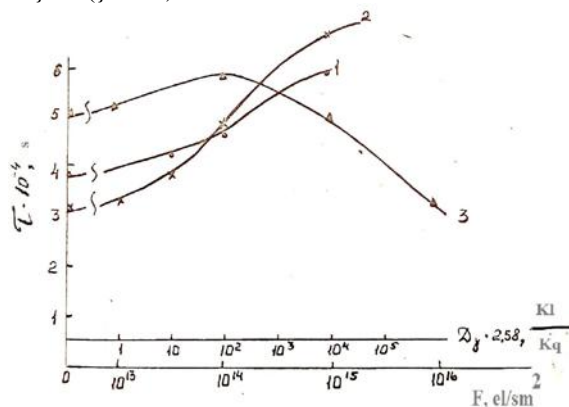
Şəkil 6-və 7- də enerjisi 6 və 25 MeVolan elektronlarla şualandırıldıqda GaSe kristallarının (1tip), (2tip) fotonəssaslığının spektral əyrləri göstərilmişdir.

Göründüyü kimi 25 MeV enerjili elektronların təsiri, neytron şualanmadakı ( $10^{14}$  n/sm<sup>2</sup>) nəticələrlə eynidir, başqa sözlə desək yüksək fluyenslərlə təsir zamanı həssaslığın azalması müşahidə olunur ki, bu da çoxlu sayda radiasiya defektlərinin yaranması ilə əlaqədardır, yəni böyük sürətli rekombinasiya mərkəzlərinin yaranması (cəld S-tipli), eləcə də yük daşıyıcıların yürüklüyünün azalması ilə bağlıdır.



Şəkil 7.

Fotonəssaslığın şualanma dozasından asılı olaraq dəyişməsi səbəblərini dəqiqləşdirmək üçün qamma-kvantların, enerjisi 6 və 25 MeVolan elektronların təsirindən sonra tədqiq olunan monokristallarda (p-GaSe) əsas yükdaşıyıcıların yaşama müddətinin ( $\tau_p$ ) müxtəlif növ şualanma dozalarından asılılığı ölçülmüşdür (şəkil 8).



Şəkil 8.

Qamma-kvantların (1), enerjisi 6 MeV olan (2) və 25 MeV olan (3) elektron şualanmasından sonra GaSe -də əsas yükdaşıyıcıların yaşama müddətinin  $\tau_p$  doza asılılıqları (295 K).

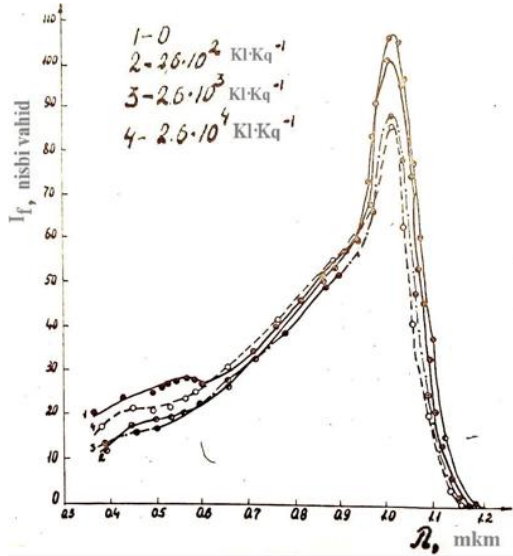
Müxtəlif növ şualanmanın kiçik dozalarında  $\tau_p$  praktik olaraq dəyişməz qalır, orta dozalarda  $\tau_p$ -nin 1,5-

2 dəfə artması müşahidə olunur. Neytronların və enerjisi 25 MeV olan elektronların yüksək dozalarla təsiri ilə  $\tau_p$  azalır, bu da analogi olaraq ftohəssaslığın dəyişməsinə səbəb olur.

Şüalanmanın təsiri ilə  $\tau_p$ -nin dəyişmə mexanizmi p-Si və n-GaAs kristallarında alınan nəticələrlə eynilik təşkil edir.

Alınan analogi dəyişikliklər ftohəssaslığın dəyişməsinin əsas yükdaşıyıcıların yaşama müddətinin dəyişməsi ilə bağlı olduğunu sübut edir. InSe monokristallarında da qamma-kvantların və elektronların təsiri ilə aparılan ölçülər GaSe kristallarında alınan nəticələrlə üst-üstə düşür.

Şəkil 9-da qamma kvantlarla şüalanmadan sonra InSe(Ag) kristallarının spektral əyrilər verilmişdir.



Şəkil 9.

Üçqat yarımkəçiricilərdə də (TlGaSe, TlInSe<sub>2</sub>) qamma-kvantların, elektron və neytronların təsiri öyrənilmişdir, və müəyyən edilmişdir ki, bu birləşmələrdə də iqiqat kristallarda (GaSe, InSe) alınan nəticələrə uyğun analogi effektlər alınmışdır. Bütün bunlar bir daha sübut edir ki, şüalanmanın laylı kristallara təsiri eyni rekombinasiya mexanizminin və eyni təbii quruluş defektlərinin mümkün olduğunu göstərir.

Qamma-kvantların, elektron və neytronların təsiri ilə tədqiq olunan kristalların fotoluminessensiyası öyrənilmişdir. Müxtəlif növ radiasiyanın fotoluminessensiya spektrlərinə təsiri müxtəlif temperaturalarda ölçülmüşdür (Şəkil 10).

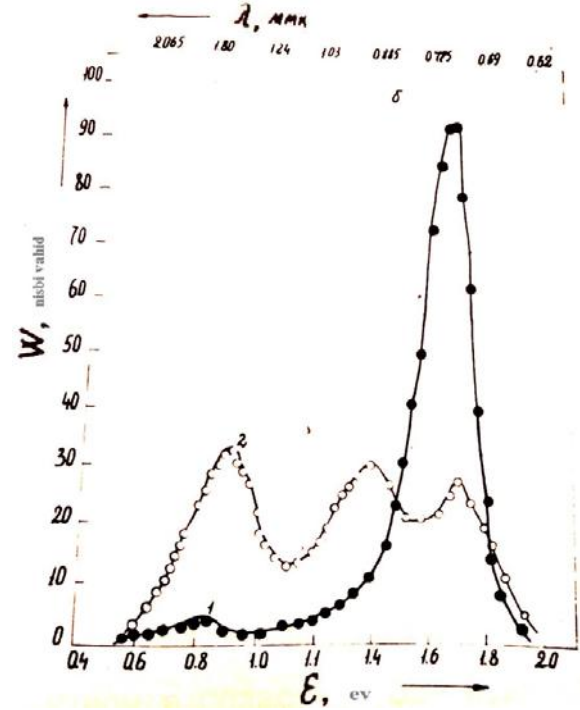
GaSe monokristallarında fotoluminessensiya - əyriləri (1- şüalanmadan əvvəl, 2-qamma -kvantlarla şüalanmadan sonra).

295 K-də əsas  $h\nu_m=1,38$  eV maksimumu müəyyən edilmiş, qamma -kvantların təsiri ilə 80 K-də əlavə 2 yeni  $h\nu_{m1}=0,83$  eV və  $h\nu_{m2}=1,72$  eV maksimumlar alınmışdır. Şüalanmanın təsiri ilə həmin maksimumların  $h\nu_m=1,72$  eV və  $h\nu_m=0,83$  eV-in intensivliyinin artması radiasiya nəticəsində yaranan defektlərin yerdəyişməsi ilə izah olunur, başqa sözlə şüalandırma mərkəzlərinin yaranması ilə əlaqədardır.

GaSe və TlInSe<sub>2</sub> monokristalları əsasında hazırlanmış həssas diod quruluşları hazırlanmış və onlara müxtəlif növ radiasiyanın təsiri öyrənilmişdir. GaSe

əsasında hazırlanmış fotodiodların düzləndirici xüsusiyyətləri müəyyən edilmiş, volt-ampere, volt-farad xarakteristikaları ölçülmüş, və onlara müxtəlif növ ionlaşdırıcı şüalanmanın təsiri tədqiq olunmuşdur.

Alınmış həssas quruluşların elektrik, fotoelektrik və lyuminessensiya xarakteristikalarına müxtəlif şüalanmanın təsiri tədqiq edilmişdir.



Şəkil 10.

GaSe və TlInSe<sub>2</sub> kristalları əsasında hazırlanmış fotodiodların radiasiyaya davamlılığı müəyyən edilmişdir. Göstərilmişdir ki, şüalanma zamanı ftohəssaslığın dəyişməsi udulan dozadan və tədqiq olunan kristalların fiziki parametrlərindən asılıdır.

Enerjisi 6 MeV olan elektronlarla şüalanma ftohəssaslığın artmasına səbəb olur, enerjisi 25 MeV olan elektronlar və neytron şüalanmasında olduğu kimi həssaslığın azalması müşahidə olunur.

Alınan nəticələrdən görünür ki, bütün növ şüalanma üçün kritik doza müəyyən edilib ki, ondan kiçik dozalarda ftohəssaslığın artımı müəyyən olunur, bu isə quruluş defektlərinin yerdəyişməsi yəni ftohəssas mərkəzlərin yaranması ilə bağlıdır, və qeyri tarazlıqdakı yük daşıyıcıların yaşama müddətinin və ftohəssas mərkəzlərin konsentrasiyasının artması ilə izah olunur.

Beləliklə, müxtəlif növ ionlaşdırıcı şüaların: qamma kvantların, enerjisi  $E>0,01$  MeV olan sürətli neytronların, enerjisi 6 və 25 MeV olan elektronların  $A^{III}B^{VI}$ ,  $A^{III}B^{III}C_2^{VI}$  – tipli laylı kristallara və onlar əsasında hazırlanmış həssas quruluşlara təsirinin öyrənilməsi nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, hər bir növ şüalanmanın həmin quruluşların elektrik, fotoelektrik və lyuminessensiya xassələrinə təsiri şüalanma dozasından asılı olaraq üç əsas hissəyə ayrılır:

Laylı monokristallar şüalanmanın kiçik dozalarında radiasiyaya davamlıdır, bu fotoqəbuledicilər, ineksiyalı fotodiodlar hazırlamağa imkan verir; orta dozalar ftohəssaslığın və lyuminessensiya intensiv-

liyinin artmasına gətirir ki, bu da göstərilən elementlərin texniki parametrlərinin yaxşılaşdırılmasına imkan verir, çox yüksək dozalarda isə fətohəssaslığın və lüminessensiyanın müəyyən qədər azalması klassik yarımqəçiricilərlə (Si, Ge) müqayisədə olduqca az faiz təşkil edir, bu isə radiasiyaya davamlı çevricilər hazırlanmasına imkan verir.

Aparılan tədqiqatların nəticələri  $A^{III}B^{VI}$  və  $A^{III}B^{III}C_2^{VI}$ -tipli laylı kristallarəsasında ultrabənövşəyi, görünən və yaxın infraqırmızı oblastda işləyən, radiasiyaya davamlı fətohəssas quruluşlar (fətoqəbuledicilər, injeksiyalı fətodiodlar və s.) hazırlamağa imkan verir.