



UOT: 535.548

<https://doi.org/10.59849/2409-4838.2025.4.127>**(TlInSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x (x=0÷0,25) SİSTEMLİ BƏRK MƏHLULLARININ OPTİK SPEKTRLƏRİNİN TƏDQIQI****Nuranə Əlislam qızı Əliyeva^{1,2} , Ramil Azad oğlu Məmmədov¹ , Aysel Ələddin qızı Rəsulova¹ , Gültəkin Elxan qızı Məmmədova¹ , Zeynəb İlham qızı Qəhrəmanova³ **¹Radiasiya Problemləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan²Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, Bakı, Azərbaycan³Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan

aysel270393@gmail.com

İşdə (TlInSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x (x=0; 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25) sistemli bərk məhlullarının 190÷1100 nm diapazonda əks olunma və buraxma spektrləri ölçülmüşdür. Tədqiqatlar otaq temperaturunda yerinə yetirilmişdir. Bərk məhlul nümunələri üçün udma spektrləri qurulmuş, həmçinin alınmış bu spektrlərdən istifadə edərək düzünə və çəpinə optik keçidlərin qadağan olunmuş zonalarının enerjilərinin qiymətləri təyin edilmişdir. Alınmış nəticələrə əsasən müşahidə olunmuşdur ki, əsas kristalla müqayisədə bərk məhlul nümunələrin tərkibi artdıqca, nümunələrin optik qadağan olunmuş zonaların eninin qiymətləri də artır. Həmçinin konsentrasiyanın artması ilə udma əmsalının maksimumlarının azalması müşahidə olunur. Bu deyilən isə onu göstərir ki, TlInSe₂ kristalı ilə müqayisədə, fundamental udma oblastı qısa dalğalar diapazonuna doğru sürüşür.

Açar sözlər: optik keçid, udma əmsalının maksimumu, bərk məhlul, udma spektri

GİRİŞ

A^{III}B^{III}C₂^{VI} tip üçlü birləşmə sinfi kristalların həm quruluş, həm də fiziki xüsusiyyətlərinin tədqiqi göstərmişdir ki, həmin birləşmələrin bəziləri laylı, bəziləri isə zəncirvari kristallik quruluşa malikdir. A^{III}B^{III}C₂^{VI} tipli üçlü birləşmələr [1-4] elektro-optik, optoelektronik və optik cihazlarda perspektivli tətbiqinə görə tədqiqatçıların diqqətini cəlb edir. Bu birləşmələr anizotropiya, ikiqat sınma, qeyri-xətti həssaslıq əmsallarının əhəmiyyətli göstəriciləri, yüksək foto həssaslıq qabiliyyəti və s. xüsusiyyətlərlə xarakterizə olunur. Bu xüsusiyyətlərin mövcudluğu kristalları praktiki problemlərin həlli üçün perspektivli bir material halına gətirir. Buna görə də A^{III}B^{III}C₂^{VI} tipli üçlü birləşmələr sinfinə daxil olan birləşmələrin fiziki xassələrinin öyrənilməsi aktual məsələlərdən biridir. Bu sinfə daxil olan birləşmələr arasında TlInSe₂ xüsusi yer tutur. Bu birləşmə yüksək tensorezistiv xüsusiyyətlərə [1, 2, 5], yüksək foto həssaslığa [1, 6-10], yaddaşa keçid xüsusiyyətlərinə [1, 2, 5, 11] və s. malikdir. TlInSe₂ monokristallarının elektrik və fotoelektrik xassələrinin [1, 2, 8-10, 12-16] işlərində tədqiq nəticələri verilmişdir. Bu tədqiqatlar nəticəsində bu kristalların yaxın İQ və rentgen şüalanmasının qəbuledicisi kimi perspektivləri müəyyən edilmişdir.

A^{III}B^{III}C₂^{VI} tipli üçlü birləşmələr sinfinə daxil birləşmələri müvafiq olaraq kationlar və anionlar arasında əvəzləmə aparmağa imkan verir. Bu halda bütün konsentrasiyalar intervalında bərk məhlullarının kəsilməz sırasını formalaşdırır. Bu zaman bərk məhlulun tərkibindən aslı olaraq qəfəs parametrlərinin dəyişməsi ehtimal olunur. Laylı quruluşa malik TlGa(S_{1-x}Se_x)₂ bərk məhlul nümunələrinin qəfəs parametrlərinin qiymətlərinin tərkibdən aslı olaraq dəyişmələri işlərində öyrənilmişdir [1-3, 6, 15-18].

[1, 5, 13-17] ədəbiyyatlarda Tl əsaslı birləşmələrin elektrik və dielektrik xassələri geniş öyrənilmişdir. Həmçinin bu [5, 13, 18-21] işlərdə Tl əsaslı birləşmələr üçün ion keçiriciliyi bir çox amil



lərin təsiri altında öyrənilmişdir. Bundan əlavə, [5, 8-10, 19-23] ədəbiyyat mənbələrinin də bir neçə faktorun – qamma radiasiya, temperatur, elektrik sahəsi və s. təsiri altında kompleks impedans spektrləri öyrənilmişdir və mühüm nəticələr əldə edilmişdir. Göstərilmişdir ki, həmin $A^{III}B^{III}C_2^{VI}$ və $A^{III}B^{VI}$ tipli birləşmələr qrupuna daxil olan Tl əsaslı birləşmələr də Li-ion batareyaları kimi istifadə oluna bilər [4, 12, 14]. Tl əsaslı birləşmələrin optik xassələri [1, 6, 8-10, 24-30] işlərində öyrənilmişdir.

Qeyd olunanlara əsaslanaraq təqdim olunan işdə məqsədimiz Tl əsaslı bu $TlInS_{2(1-x)}Se_{2x}$ birləşmələrinin otaq temperaturunda fundamental udma oblastında optik xassələrinin öyrənilməsindən ibarətdir.

MATERIAL VƏ METODLAR

$(TlInSe_2)_{1-x}(TlInS_2)_x$ sistemi bərk məhlul kristalları Bridgman-Stokbarger texnologiyası ilə yetişdirilmişdir. Stexiometrik miqdarda çəkilməmiş komponentlərdən ibarət mexaniki qarışıq ampulalara doldurulub və ondan sonra 10^{-5} torr təzyiqə qədər vakuumlaşdırılıb ampulaların ağızları bağlanmışdır [1-3, 7]. Qeyd etmək lazımdır ki, kvars ampulalar daxildən karbon qatı ilə örtülmüşdür, ampulaların diametri 10 mm, uzunluğu 20 mm təşkil edir.

[3] işində $TlInS_2 - TlInSe_2$ sisteminin Diferensial termik analiz və Rentgen-faza analizi metodlarından istifadə edərək hal və tərkibi-xassə diaqramları geniş öyrənilmişdir [3, 7, 10]. Göstərilmişdir ki, tədqiq olunan bərk məhlul sistemi geniş $0 < x < 1$ həll olma oblastlarına malikdirlər.

Optik parametrləri təyin etmək üçün nümunələrin optik xassələrini öyrənən zaman yuxarıda qeyd olunan texnologiyadan istifadə edilərək yetişdirilmiş nümunələri ampulanın orta hissəsindən götürülmüş və spektrlərin ölçülməsi üçün nümunələrdən (001) müstəvisi üzrə kəsilmiş monolaylardan istifadə edilmişdir [8-10, 24-29].

Optik xassələrin ölçmə metodologiyası [8-10] işlərdə geniş şəkildə göstərilmişdir. Belə ki, tədqiqat otaq temperaturunda və $E \perp C$ polarizasiyasında normal bucaq altında düşən işığın ölçmələri “specord 210 plus” spektrometr vasitəsilə ilə 190-1100 nm spektral diapazonda yerinə yetirilmişdir. Cihazın ölçmə dəqiqliyi ± 3 nm-dir. Buna görə də $E_g \pm 0,0004$ eV qədər daha yaxşı dəqiqliklə hesablanır. Ölçmələr zamanı nümunələrin qalınlığı təqribi 300 μm ətrafında götürülmüşdür [8-10, 24-30].

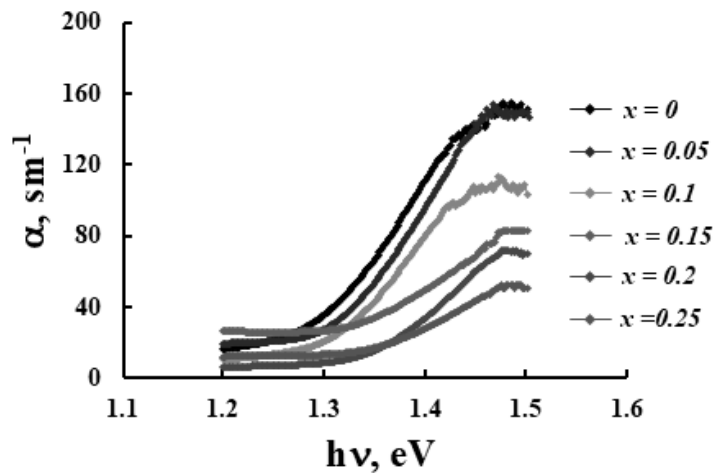
NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

Udma əmsalının ifadəsini [8] işlərindən əldə olunan ədəbiyyat materiallarına əsasən aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$\alpha = \frac{1}{d} \ln \left(\frac{(1-R)^2 + [(1-R)^4 + 4R^2 T^2]^{\frac{1}{2}}}{2T} \right) \quad (1)$$

Burada R – əks olunma əmsalı ($0,2605^{(22)}$), d – tədqiq olunan nümunənin qalınlığı, T – buraxma əmsalı, α - isə optik udma əmsalıdır. Optik udma dərəcəsi otaq temperaturunda R -in qiymətindən istifadə etməklə müəyyən edilmişdir [27-30].

$(TlInSe_2)_{1-x}(TlInS_2)_x$ ($x=0; 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25$) sistemi bərk məhlulların otaq temperaturunda udma spektrləri şəkil 1-də verilmişdir. Şəkildə verilmiş əyriyərdən göründüyü kimi, udma spektrində tərkibdən asılı olaraq dəyişən $(TlInSe_2)_{1-x}(TlInS_2)_x$ ($x=0; 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25$) nümunələri üçün udma intensivliyinin maksimumları 50 sm^{-1} və 160 sm^{-1} intervalında dəyişir.



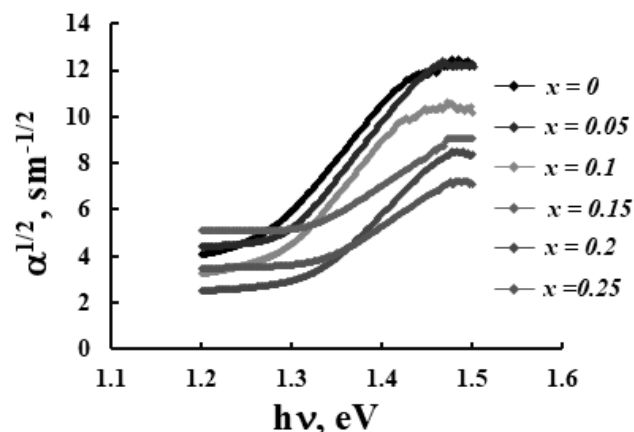
Şəkil 1. $(\text{TlInSe}_2)_{1-x}(\text{TlInS}_2)_x$ sistemli bərk məhlulların göstərilən ($x=0; 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25$) hər bir komponenti üçün udma əmsalının (α) fotonun enerjisindən ($h\nu$) asılılığı.

Əksər yarımkeçiricilərdə fundamental udma əmsalı aşağıda qeyd olunan tənliyə tabe olur:

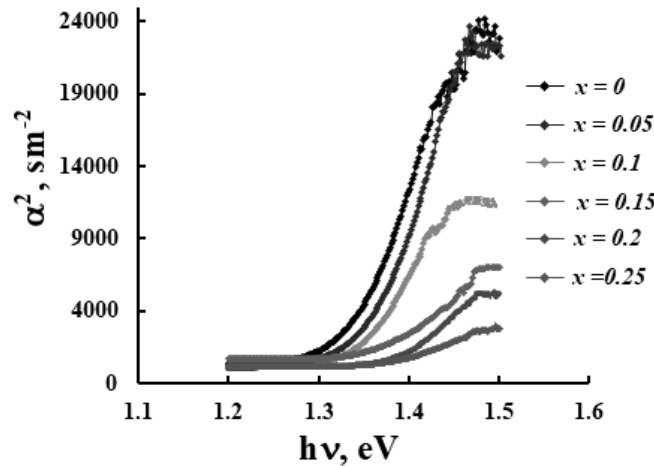
$$\alpha \hbar\omega = B(\hbar\omega - E_g)^n \quad (2)$$

Burada, $\alpha \hbar\omega$ – udma əmsalı, $\omega = 2\pi\nu$ – bucaq tezliyi, n – indeksi isə $1/2, 3/2, 2$ və 3 qiymətlərini ala bilər. Qeyd olunan asılılığın xarakteri elektron keçidin udma spektrindən asılıdır [6, 8-10]. Spektrin yüksək enerjili oblastında $n=1/2$ icazə verilən keçidi, $n=3/2$ qadağan olunmuş düzünə keçidi, spektrin aşağı enerjili hissəsində $n=2$ icazə verilən çəpinə keçidi və $n=3$ qadağan olunmuş çəpinə keçiddir [6, 9].

Tədqiq olunan bərk məhlul nümunələri üçün qadağan olunmuş zonanın düzünə və çəpinə optik udma enerji keçidi müvafiq olaraq $(\alpha^{1/2} - \hbar\omega)$ və $(\alpha^2 - \hbar\omega)$ asılılıqlarından istifadə edərək $\alpha^2=0$ və $\alpha^{1/2}=0$ qiymətlərinə kimi düz xəttin aşağı qırıq-qırıq hissəsinin ekspolyasiyasından əldə edilmişdir (şək.2 və 3). Əyrilərdən görüldüyü kimi, tədqiq olunan bərk məhlullarda xətti udma kənar tərkiblə müqayisədə həll olma oblastında əhəmiyyətli dərəcədə dəyişir [6, 9].



Şəkil 2. $(\text{TlInSe}_2)_{1-x}(\text{TlInS}_2)_x$ ($x=0; 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25$) sistemli bərk məhlulların çəpinə optik udma spektrinin ($\alpha^{1/2}$) fotonun enerjisindən ($h\nu$) asılılığı.



Şəkil 3. $(\text{TlInSe}_2)_{1-x}(\text{TlInS}_2)_x$ ($x=0; 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25$) sistemli bərk məhlulların düzünə optik udma spektrinin $(\alpha^{1/2})$ fotonun enerjisindən ($h\nu$) asılılığı.

$(\text{TlInSe}_2)_{1-x}(\text{TlInS}_2)_x$ ($x=0; 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25$) nümunələri üçün düzünə və çəpinə qadağan olunmuş zolağın eninin qiymətləri, həmçinin udma əmsalının maksimumları hesablanmış cədvəldə verilmişdir. Nəticələr ədəbiyyat məlumatları ilə yaxşı uzlaşır [6, 8-10, 27, 30].

Cədvəl

$(\text{TlInSe}_2)_{1-x}(\text{TlInS}_2)_x$ bərk məhlullarının optik keçidlər üçün qadağan olunmuş zonanın enerjisinin və udma əmsalının tərkiblə müqayisəli qiymətləri

Tərkib (x)	E_{gd} (eV)	E_{gi} (eV)	α_{max} (sm^{-1})
0	1,322	1,181	153,8
0,05	1,327	1,195	146,5
0,1	1,331	1,203	108,2
0,15	1,337	1,209	82,65
0,2	1,345	1,222	69,75
0,25	1,373	1,237	50,83

Cədvəldə, E_{gd} – düzünə optik keçidlər üçün zonanın eni, E_{gi} – çəpinə optik keçidlər üçün zonanın eni, α_{max} – udma spektrinin maksimumudur. Absorbsiya sürətinin foton enerjisindən asılılığından görüldüyü kimi, کنار tərkiblərlə müqayisədə tədqiq olunan bərk məhlullarda xətti udma əhəmiyyətli dərəcədə dəyişir. Nəticədə onu qeyd edə bilərik ki, konsentrasiyanın artması ilə fundamental udma oblastı qısa dalğalar zonasına tərəf sürüşür.

YEKUN NƏTİCƏ

$(\text{TlInSe}_2)_{1-x}(\text{TlInS}_2)_x$ ($x=0; 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25$) sistemi bərk məhlullarının 190-1100 nm diapazonda əks olunma və buraxma spektrləri öyrənilmişdir. Udma spektrlərindən istifadə olunaraq düzünə və çəpinə optik keçidlərin qiymətləri müəyyən edilmişdir. Cədvəldə göstərilirdiyi kimi, $(\text{TlInSe}_2)_{1-x}(\text{TlInS}_2)_x$ bərk məhlullarının bəzi optik parametrlərinin qiymətləri (E_{gd} , E_{gi} , α_{max}) TlInSe_2 kristalı ilə müqayisədə konsentrasiyanın artması ilə dəyişir. Belə ki, TlInSe_2 kristalı üçün $E_{gd} = 1.322$ eV, $E_{gi} = 1.181$ eV və $\alpha_{max} = 153,8$ sm^{-1} hesablanmış konsentrasiyanın artması ilə E_{gd} – düzünə və E_{gi} – çəpinə optik keçidlər üçün zonanın eninin qiymətləri artmış və α_{max} – udma əmsalının maksimumunun qiyməti konsentrasiyanın artması ilə azalmışdır. Nəticədə, onu qeyd edə bilərik ki, konsentrasiyanın artması ilə fundamental udma oblastı qısa dalğalar diapazonuna doğru sürüşür.



ƏDƏBİYYAT

1. Panic, A.M. Electronic properties and phase transitions in low-dimensional semiconductors / A.M. Panic. - Phys. Condens. Matter, -2008, 20, 293202, -p. 42.
2. Panich A.M. and Sardarly R.M.. Physical Properties of the Low Dimensional A^3B^6 and $A^3B^3C^6$ Compounds // - Inc. NY: Nova Science Publishers,- 2010, - 287 p.
3. Керимова Э.М. Кристаллофизика низкоразмерных халькогенидов / Э.М. Керимова. – Баку: ЭЛМ, - 2012. -708 с.
4. Samadov, O.A. Semiconductor tellurium chalcogenides and alloys on their basis with rare-earth elements / O.A. Samadov, M.M. Zarbaliyev, N.N. Hajiyeva [et al.] // Journal of Radiation Researches, - Baku: - 2018. vol.5, No.2, - p. 234-241.
5. Sardarly, R.M. Radiation-stimulated conversion to superionic state of TlSe and TlS crystals / R.M. Sardarly, N.N. Hajiyeva, N.A. Aliyeva [et al.] // Problems of Atomic Science and Technology, -2024. (4), - p.23-28.
6. Sardarly, R.M. Optical properties of solid solutions of TlInS₂-TlInSe₂ system in fundamental absorption region / R.M. Sardarly, N.A. Aliyeva, F.T. Salmanov [et al.] // Journal of Baku Engineering University, - 2017. Vol. 1, N.2, - p.177-180.
7. Məmmədov, R.A. InTe kristalının yetişdirmə metodikası və rentgen faza analizi // –Bakı: Gənc Tədqiqatçı elmi-praktiki jurnal, – 2021. VII, № 1, – s.38-42.
8. Сардарлы, Р.М., Салманов, Ф.Т., Алиева, Н.А., Маммадов, Р.А. Тип оптических переходов на краю фундаментально поглощения кристаллов TlGaSe₂ и TlInS₂, подвергнутых γ -облучению // Международный научный форум «Ядерная наука и технологии» Алматы, Республика Казахстан, - Алматы: - 24-27 июня, - 2019. – с. 129-131.
9. Сардарлы, Р.М. Тип оптических переходов на краю фундаментально поглощения кристаллов TlGaSe₂ и TlInS₂, подвергнутых γ -облучению / Р.М. Сардарлы, Ф.Т. Салманов, Н.А.Алиева [и др.] // Оптика и спектроскопия, - 2019. т.127, в3, - с.420-42.
10. Sardarly, R.M. Type of Optical Transitions at the Fundamental Absorption Edge in TlGaSe₂ and TlInS₂ Crystals Subjected to γ -Radiation / R.M. Sardarly, F.T. Salmanov, N.A. Alieva [et al.] // Optics and Spectroscopy, - 2019. 127, - pp.454–458.
11. Mott, N.F. Electronic Processes in Noncrystalline matter / N.F. Mott, E.A. Davis. -Moscow: Mir, -1982,-368 p.
12. Sardarly, R.M. Conductivity on the localized states of (TlInSe₂)_{1-x}(TlGaTe₂)_x solid solutions / R.M. Sardarly, O.A. Samadov, N.A. Aliyeva [et al.] // Semiconductors, -2015, 49, 12, - p.1704-1709.
13. Sardarly, R.M. Ionic conductivity and dielectric relaxation in TlGaTe₂ crystals irradiated with γ - quanta / R.M. Sardarly, O.A. Samadov, A.P. Abdullayev [et al.] // Semiconductors, - 2013. 47, -pp.696-701.
14. Sardarly, R.M. Conductivity over localized states of the system of (TlInSe₂)_{1-x}(TlGaTe₂)_x solid solutions expose γ -irradiation / R.M. Sardarly, O.A. Samadov, N.A. Aliyeva [et al.] // Journal of Radiation Researches, - Baku: - 2016. vol.3, No.1, - p. 5-13.
15. Salmanov, F.T. Study of electrical conductivity and dielectric properties of TlGa_{1-x}InSe₂ solid solutions irradiated with γ -quanta / F.T. Salmanov, R.M. Sardarly, R.M. Mukhtarov [et al.] // Problems of Atomic Science and Technology, - 2025. №2, 156, - p.49-52.
16. Niftiev, N.N. Dielectric Properties of Layered MnGaInSe 4 Single Crystals in an Alternating Electric Field / N.N. Niftiev, A.O., Dashdemirov, F.M. Mamedov [et al.] // Surf. Engin. Appl.Electrochem. – 2023, 59, - p.644–648.
17. Sardarly, R. AC conductivity of TlSe_{0.5}S_{0.5} compound exposed to gamma radiation / R.M. Sardarly, N.A. Aliyeva, R.A. Mammadov [et al.] // Journal of Radiation Researches, - Baku: - 2024. vol.12, No.2, - pp. 35-39.



18. Sardarly, R.M. Superionic conductivity of solid solutions $(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}(\text{TlInS}_2)_x$ / R.M. Sardarly, A.P. Abdullayev, N.A. Aliyeva [et al.] // *Semiconductors*, -2018. 52, -p.1111-1117.
19. Sardarly, R.M. Ionic conductivity of the Ag_8GeSe_6 compound / R.M. Sardarly, G.M. Ashirov, L.F. Mashadiyeva, [et al.] // *Modern Physics Letters B*, -2022. Vol. 36, No. 32n33, p.2250171
20. Sardarli, R.M., Aliyeva, N.A., Salmanov, F.T., Mammadov, R.A. Ion conductivity of $\text{TlSe}_{1-x}\text{S}_x$ ($x = 0.1$) solid solutions irradiated with γ quanta by the method of impedance spectroscopy // Republican scientific and technical conference on radiation technologies and their application dedicated to the 100 anniversary of the birth of Great Leader Heydar Aliyev, - Baku: - 5 May, - 2023, - pp. 69–71.
21. Сардарлы, Р.М. Суперионная проводимость в кристаллах TlGaTe_2 / Р.М. Сардарлы, О.А Самедов, А.П Абдуллаев [и др.] // *Физика и техника полупроводников* – 2011. 45, 8, -с. 1009-1013.
22. Sardarly, R.M. Impedance Spectroscopy Of $(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}(\text{TlInSe}_2)_x$ Solid Solutions In Radio Frequency Range / R.M. Sardarly, F.T. Salmanov, N.A. Aliyeva [et al.] // *Modern physics letters b*, - 2020. Vol. 34, No. 11, - p.2050113.
23. Sardarly, R. Obtaining and Measuring Impedance Characteristics of the Ag_8SiSe_6 Compound. / R.M. Sardarly, M.B. Babanly, N.A. Aliyeva [et al.] // *East European Journal of Physics*, - 2025, No.1, -p.233-239.
24. Mammadova, G.N., Nurubeyli, T.K. Optical Properties of $\text{TlInSe}_2\langle\text{Au}\rangle$ Single Crystals // *J. Electrical Systems*, -2024. Vol.20, No.7, - p. 2237-2243.
25. Ismayilova, P.H. Influence of Doping of TlInS_2 Crystals with Cr and Au Transition Metals on Their Optical Absorption Edge. / P.H. Ismayilova, N.Z Gasanov, A.A. Hajiyeva // *Semiconductors*, - 2025. 59, - p.162–166.
26. Salmanov, F.T., Əliyeva, N.Ə., Məmmədov, R.A. $\text{TlGa}_{1-x}\text{In}_x\text{Se}_2$ ($x= 0\div 1,0$) sistemli bərk məhlulların optik spektrlərinə γ – şüaların təsiri // *Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri beynəlxalq elmi konfransi*, - Gəncə: Gəncə Dövlət Universiteti, - 10-11 iyun, - 2022, - s. 45-46.
27. Sardarli, R.M., Salmanov, F.T., Aliyeva, N.A., Mammadov, R.A., Rasulova, A.A. Optical Absorption and Urbach Energy of $(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}(\text{TlInSe}_2)_x$ ($x=0\div 1,0$) solid solution // 7TH International Conference MTP-2021: Modern Trends in Physics, – Baku: Baku State University, Azerbaijan, – 15-17 December, – 2021, –s.164-165.
28. Gadzhieva, N.N. Structures of HDPE/GaAs and HDPE/GaAs<Te> Composites Irradiated with Gamma Quanta / N.N. Gadzhieva, G.B. Akhmedova, R.A. Mammadov // *Problems of Atomic Science and Technology*, - 2024. №4, 152, - pp.20-22.
29. Məmmədov, R.A. InTe kristalının optik spektrlərinin tədqiqi // Dedicated to the 98th Anniversary of the National leader of Azerbaijan Heydar Aliyev, V international scientific conference of Young researchers, – Baku: Baku Engineering University, Azerbaijan. – 29 – 30 April, – 2021, p. 904-905.
30. Nuriyeva, A.T., Əliyeva, N.Ə., Salmanov, F.T., Məmmədov, R.A.. $(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}(\text{TlInSe}_2)_x$ sistemi bərk məhlullarının optik spektrlərinin tədqiqi // *Second International Scientific Conference of Young Scientists and Specialist*, - Baku: - 03 – 06 March, – 2020, – s. 299-301.



**STUDY OF OPTICAL SPECTRA OF SOLID SOLUTIONS WITH THE SYSTEM
(TlInSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x (x=0÷0.25)**

N.A. Aliyeva, R.A. Mammadov, A.A. Rasulova, G.E. Mammadova, Z.I. Gahramanova

In this work, the reflection and transmission spectra of solid solutions of the system (TlInSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x (x=0; 0.05; 0.1; 0.15; 0.2; 0.25) in the range of 190-1100 nm were measured. The studies were carried out at room temperature. Absorption spectra were constructed for solid solution samples, and the values of the forbidden band energies of the direct and indirect optical transitions were also determined using these spectra. Based on the results obtained, it was observed that as the composition of the solid solution samples increases compared to the parent crystal, the values of the width of the optical forbidden bands of the samples also increase. Also, with increasing concentration, a decrease in the maxima of the absorption coefficient is observed. This indicates that, compared to the TlInSe₂ crystal, the fundamental absorption region shifts towards the short wavelength range.

Keywords: *optical transition, absorption coefficient maximum, solid solution, absorption spectrum*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ
С СИСТЕМОЙ (TlInSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x (x=0÷0,25)**

Н.А. Алиева, Р.А. Маммадов, А.А. Расулова, Г.Э. Мамедова, З.И. Гахраманова

В данной работе были измерены спектры отражения и пропускания твердых растворов системы (TlInSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x (x=0; 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25) в диапазоне 190-1100 нм. Исследования проводились при комнатной температуре. Для образцов твердых растворов были построены спектры поглощения, а также с использованием этих спектров определены значения энергий запрещенных зон прямых и непрямых оптических переходов. На основании полученных результатов было замечено, что с увеличением состава образцов твердых растворов по сравнению с исходным кристаллом значения ширины оптических запрещенных зон образцов также увеличиваются. Также с ростом концентрации наблюдается уменьшение максимумов коэффициента поглощения. Это свидетельствует о том, что по сравнению с кристаллом TlInSe₂ область фундаментального поглощения смещается в сторону коротковолнового диапазона.

Ключевые слова: *оптический переход, максимум коэффициента поглощения, твердый раствор, спектр поглощения*