



**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA
ELMİN İNKİŞAFI FONDU**

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında
Elmin İnkişafı Fondu ilə
Belarus Respublika Fundamental Tədqiqatlar Fondunun
birgə elmi-tədqiqat layihələrinin və proqramlarının
maliyyələşdirilməsi məqsədi ilə qrantların verilməsi üzrə
1-ci Azərbaycan-Belarus beynəlxalq müsabiqəsinin
(EIF-BGM-2-BRFTF-1-2013) qalibi olmuş layihənin
yerinə yetirilməsi üzrə

YEKUN ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Təsadüfi generasiyalı lazerlər, genişzolaqlı yarımkeçirici və nadir torpaq elementli halkogenid kristalların, nano- və mikroovuntularının optik və elektron**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Tağıyev Oqtay Bahadır oğlu**

Qrantın məbləği: **80 000 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF-BGM-2-BRFTF-1-2013-07/02/1-M-07**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **28.08.2013**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **24 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01.09.2013 - 01.09.2015**

Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır

Diqqət! Uyğun məlumat olmadığı təqdirdə müvafiq bölmə boş buraxılır

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

1 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə yerinə yetirilmiş işlər, istifadə olunmuş üsul və yanaşmalar

Yerinə yetirilmiş işlər

1. ZnSe, CdSe mikrokristallik ovuntuların sintezi və mikrokristallik ovuntuların Rentgen Faz Analiz (RFA) spektrlərinin tədqiqi
2. $\text{Ca}_x\text{Ba}_{1-x}\text{Ga}_2\text{S}_4$ ($x = 0,1 \div 0,5$) kristalının sintezi və Rentgen Faz Analiz (RFA) spektrlərinin tədqiqi
3. ZnSe, CdSe mikrokristallik ovuntuların optik və şüalanma xarakteristikalarına kristalların sintez şərtlərinin təsiri.

4. Nadir torpaq elementləri (Eu, Ce, Er, Tu, Yb) ilə aktivləşdirilmiş

II-III₂-VI₄ (II – Eu, Yb, Sm, Ca, Sr, Ba; III – Ga, Al; VI – S, Se, O) tipli xalkogenid yarımkeçiricilərin sintezi və Ca_xBa_{1-x}Ga₂S₄:Eu birləşməsinin lüminessensiya xassələri.

5. Nadir torpaq elementləri (Eu, Ce, Er, Tu, Yb) ilə aktivləşdirilmiş II-III₂-VI₄ (II – Eu, Yb, Sm, Ca, Sr, Ba; III – Ga, Al; VI – S, Se, O) tipli xalkogenid yarımkeçiricilərin Rentgen Faz Analiz (RFA) spektrlərinin tədqiqi

6. Xalkogenid yarımkeçiricilərin optik və şüalanma xarakteristikalarına kristalların sintez şərtlərinin təsiri. Ca_xBa_{1-x}Ga₂S₄ halkogenid yarımkeçirici birləşmələrinin struktur xassələri

7. Stimullaşdırılmış həyəcanlanmanın alınması, kristallarda və qələvi-torpaq halkogenid yarımkeçiricilərinin nano- və mikroovuntularında təsadüfi generasiyanın öyrənilməsi və alınmasının şərtlərinin müəyyən edilməsi.

İstifadə olunmuş üsul və yanaşmalar

1. Maddələrin sintezi bərk cisim reaksiyası vasitəsilə aparılmışdır. RFA spektirləri Bruker firmasının istehsalı olan XRD D2 PHASER cihazında tədqiq edilmişdir.

2. Lüminessensiya xassələrinin tədqiqində AlGa_N, InGa_N diodlarından və N₂ lazerindən istifadə olunmuşdur.

İş metodları - təcrübidir. İş prosesində aşağıdakı ölçmələr aparılmışdır: fotolüminessensiya spektrinin temperaturdan və həyəcanlanma səviyyəsindən asılılığı, fotolüminessensiyanın həyəcanlanma spektrlərinin, zamanla ayırd edilmiş fotolüminessensiya spektrlərinin, katodolüminessensiya və təsadüfi generasiyanın spektrləri.

2 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (faizlə qiymətləndirməli) 70
(burada doldurmalı)

3 Hesabat dövründə alınmış **elmi nəticələr** (onların yenilik dərəcəsi, elmi və təcrübə əhəmiyyəti, nəticələrin istifadəsi və tətbiqi mümkün olan sahələr aydın şəkildə göstərilməlidir)

İşin məqsədi:

Nadir torpaq elementləri ilə aşqarlanmış A^{II}B^{VI} tipli genişzolaqlı yarımkeçirici kristallar, nano və mikroovuntuları, xalkogenid yarımkeçiriciləri əsasında yüksək effektivliyə malik təsadüfi generasiyalı lazer materiallarının alınması; udulma, enerji ötürülmə və gücləndirmə mexanizmlərinin, bir və ya bir sıra dalğa uzunluqlarında nadir torpaq elementli yarımkeçirici strukturlarda və xalkogenidlərdə optik və elektron həyəcanlanmalarında spektrin görünən hissəsində təsadüfi generasiyanın alınması; göstərilən matertralların lazer şüalanması mənbələri üçün tətbiqi imkanlarının aydınlaşdırılmasıdır

Alınmış elmi nəticələr

1. ZnSe, CdSe kristalları sintezi edilmişdir. RFA spektrlərinin tədqiqi nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, alınan madələr mükəmməl kristallik quruluşa malikdirlər.

2. Ca_xBa_{1-x}Ga₂S₄ (x = 0,1 ÷ 0,5) kristalları sintezi edilmişdir. RFA spektrlərinin tədqiqi nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, Pa3 nöqtəvi simmetriyaya malik kubik quruluşlu BaGa₂S₄ kristalına xas olan xətlər müşahidə olunur.

3. ZnSe, CdSe kristalları sintezi edilmişdir. RFA spektrlərinin tədqiqi nəticəsində müəyyən

edilmişdir ki, alınan madəllər mükəmməl kristallik quruluşa malikdirlər.

4. $\text{Ca}_x\text{Ba}_{1-x}\text{Ga}_2\text{S}_4:\text{Eu}$ ($x = 0.1 - 0.5$) birləşməsinin tərkibinin dəyişməsindən asılı olaraq şüalanma spektrinin maksimumu 575nm qədər dəyişir.

Müəyyən edilmişdir ki, 10-300K temperatur intervalında AlGaN işıq dioduyla $\text{Ca}_x\text{Ba}_{1-x}\text{Ga}_2\text{S}_4:\text{Eu}$ kristalını həyəcanlandırdıqda şüalanma intensivliyinin yüksək dərəcədə sabitli müşahidə olunur. Göstərilmişdir ki, $\text{Ca}_x\text{Ba}_{1-x}\text{Ga}_2\text{S}_4$ -ya tərkibində Ca-un miqdarının artması kristallik sahənin artmasına gətirdiyi üçün onun təsiri altında Eu ionlarının 5d orbitalları parçalanır və $4f^65d \rightarrow 4f^7$ keçidlərinin enerjisi azalır.

5. Tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, matrisanın və nadir torpaq elementinin seçimindən və həyəcanlanma mənbəyinin diapazonundan (ultrabənövşəyidən bənövşəyi-göy) asılı olaraq şüalanma intensivliyini, spektrdə yerini və strukturunu, spektrin bütün görünən oblastında dəyişmək olar.

6. Müəyyən edilmişdir ki, $\text{Ca}_x\text{Ba}_{1-x}\text{Ga}_2\text{S}_4$ birləşməsi $x = 0.1$ olan halda Pa3 fəza qəfəslə 2 fərqli kubik fazaya malik olur. $x = 0.3, 0.4, 0.5, 0.6$ və 0.7 birləşmələrdə isə, 3 fərqli fəza müşahidə edilir. Bu fazalardan ikisi Pa3 fəza qəfəslə kubik fazaya, digəri isə Fddd fəza qəfəslə ortorombik fazaya uyğun gəlir. $x = 0.9$ olduğu halda isə kristal quruluş Fddd fəza qəfəslə ortorombik simmetriyaya uyğun gəlir.

7. Müəyyən edilmişdir ki, $\text{Ca}_x\text{Ba}_{1-x}\text{Ga}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$ bərk məhlullarının x parametrinin 0,1-dən 0,5-ə qədər dəyişməsi sönmə parametrinin 232ns-dən 291ns-ə qədər artmasına gətirir. Göstərilmişdir ki, $\text{Ca}_x\text{Ba}_{1-x}\text{Ga}_2\text{S}_4:\text{Eu}$, $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Er}^{3+}$, $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Pr}^{3+}$ xalkogenid yarımkeçiricilərinin üçvalentli nadir torpaq ionları ilə aktivləşdirilməsi FL spektrlərinin görünən diapazonda şüalanma strukturlarının olmasına gətirir. $\text{Ca}_x\text{Ba}_{1-x}\text{Ga}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Er}^{3+}$, $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Pr}^{3+}$ xalkogenid yarımkeçiricilərinin FL həyəcanlanmasının ən effektiv dalğa uzunluqları diapazonu UB-dən bənövşəyi-göy hissəyə qədər müəyyən edilmişdir.

8. Genişzolaqlı ZnSe yarımkeçiricilərinin mikroovuntularında N_2 lazerinin şüalanması ilə yüksək həyəcanlanma enerjilərində yükdaşıyıcıların elektron-deşik plazmasında (EDP) rekombinasiyası ilə şərtlənmiş fotoluminessensiyanın spektrinin uzundalğalı qanadında EDP zolağının maksimumundan 40MeV məsafədə stimullaşmış şüalanma zolağı aşkar edilmişdir. Intensivliyinə görə $o I_{\text{həy}} > 250 \text{ kVt/sm}^2$ optik həyəcanlanma səviyyəsində submikron ölçülü kristallitləri olan ZnSe mikroovuntusunun EDP əsas zolağından üstündür və həyəcanlanmanın sonrakı artımı ilə 35MeV aşağı enerji səviyyəsinə sürüşür. Stimullaşmış şüalanma zolağının yaranmasına gətirən şüalanma posessləri elektron-deşik plazmasında plazmonların buraxılması ilə baş verən rekombinasiyanın nəticəsi kimi izah edilir. Bu zaman rekombinasiya kvantının enerjisi plazmonların enerjisi qədər azalır. Stimullaşmış şüalanma zolağının sürücməsi həyəcanlanma səviyyəsinin artması ilə plazmonların enerjisinin artmasına mütənəsb olaraq artır. ZnSe və CdSe mikroovuntularının zamana görə ayırd edilmiş fotoluminessensiya (FL) spektrləri 20 və 77K temperaturlarında 280nm və 530nm dalğa uzunluqlu femtosaniyə impulsu lazer şüalanması ilə həyəcanlandırmaqla öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, 20K temperaturda ZnSe-nin FL spektrində 448, 462 və 468nm dalğa uzunluqları yaxınlığında şüalanma zolaqları vardır. Təyin edilmişdir ki, 462nm dalğa uzunluğu ətrafındakı FL zolağı 0,77nc zaman sabiti ilə monoeksponensial sönür, 462nm ətrafında isə 0,15ns və 0237ns sönmə sabitilə multieksponensial 462nm yaxınlığındakı zolağın sönmə müddəti həyəcanlandırıcı lazer şüalanması impulslarının arasındakı zaman intervalını aşır. Ona görə də onun sönmə sabitlərini fərqləndirmək mümkün olmadı. Kadmium selenidin mikroovuntularının FL spektrlərində 435nm yaxınlığında 0,107ns və 0,725ns sönmə sabiti ilə multieksponensial sönən zolaq aşkar edilmişdir. ZnSe və CdSe ovuntularının submikron ölçülü kristallitlərində otaq temperaturunda Nd:YAG lazer şüalanmasının 355nm dalğa uzunluqlu üçüncü harmonikasını ilə həyəcanlandırmaqla uyğun olaraq 750 kVt/sm^2 və 510 kVt/sm^2 astana güc sıxlıqlarında dalğa uzunluqları 475 və 736nm olan təsadüfi lazer şüalanmasının generasiyası alınmışdır. ZnSe və CdSe mikroovuntularının submikron ölçülü kristallitlərinin lazer şüalanmasının təsadüfi generasiyasının spektrlərində lokallaşmış və uzunsov modlarının strukturu aşkar edilmişdir.

9. Evropium və seriumla aşqarlanmış barium tioqalat kristalları Niçi firmasının kommersiya lüminoforlarına heçdə geri qalmayan rəqabət göstərir. Şüalanma intensivliyinə görə iki dəfə artıq, integral intensivliyə görə isə 10% kommersiya lüminoforlarından geri qalır.

Layihənin praktiki əhəmiyyəti – geniş dalğa uzunluqları diapazonunda yeni lazer materiallarının işlənib hazırlanmasından və həmçinin optoelektronikada, spektroskopiyada tətbiqindən ibarətdir. Nadir torpaq elementləri ilə aşqarlanmış xalkogenid yarımkeçiricilər və $A^{II}B^{VI}$ tipli enli zonalı yarımkeçiricilər əsasında təsadüfi generasiyalı lazerlər aşağıda göstərilən sahələr üçün perespektivli materiallardır:

1. şüalanma mənbələri
2. sənədlərin və pul əskinazlarının görünməsi üçün cihazlar
3. temperaturun məsafədən idarə olunması
4. materialların markirovka olunması
5. displeylərdə
6. biosensordlarda
7. ifrat parlaq işıq diodlarında

Nəticələrin aktualığı onların əsasında spektrin görünən hissəsində luminescent və lazer materiallarının və işıqşüalandırıcı cihazların işlənib hazırlanmasının mümkünlüyündən ibarətdir.

Nəticələrin elmi əhəmiyyəti geniş zolaqlı və qələvi torpaq xalkogenidlərində təsadüfi generasiya proseslərinin fizikası haqqında yeni biliklərin əldə edilməsi və onların əsasında verilmiş optik, luminescent və lazer xassələrinə malik materialların yetişdirilmə və aşqarlanma texnologiyalarının yaradılmasından ibarətdir.

4 Layihə üzrə **elmi nəşrlər** (elmi jurnallarda məqalələr, monoqrafiyalar, icmallar, konfrans materiallarında məqalələr, tezislər) (dərc olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə, uyğun məlumat - jurnalın adı, nömrəsi, cildi, səhifələri, nəşriyyat, indeksi, Impact Factor, həmmüəlliflər və s. bunun kimi məlumatlar - ciddi şəkildə dəqiq olaraq göstərilməlidir) *(səhifələrini kağız üzərində və CD şəklində əlavə etməli!)*

1. Г.П.Яблонский, М.С.Леоненя, Б.Г.Тагиев, О.Б.Тагиев, Т.Г.Нагиев, С.Г.Асадуллаева Излучательные свойства кристалла $Ca_{0.5}Ba_{0.5}Ga_2S_4: Eu, Er$ IX Международная конференция «Аморфные и микрокристаллические полупроводники» Sankt-Peterburq, 2014. 7-11 iyul, с.205-206.
2. G. P. Yablonski, M. S. Leanenia, B. G. Tagiev, O. B. Tagiev, T. G. Nagiev, S. G. Asadullayeva . Photoluminescence of solid solutions $Ca_{0.5}Ba_{0.5}Ga_2S_4: Eu, Er$. Azerbaijan Journal of Physics – 2014. – Vol. XX, N. 3. – P. 30-34.
3. Нагиев Т.Г., Леоненя М.С. Люминесцентные свойства твердых растворов $Ca_xBa_{1-x}Ga_2S_4$ ($x=0.1 \div 0.5$), активированных ионами Eu^{2+} и Ce^{3+} . XXI международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов», 2014, 7-11 апреля .
4. Яблонский Г.П., С.А.Абушов, Б.Г.Тагиев¹, О.Б.Тагиев. Фотолюминесценция поликристаллов $CaGa_2S_4 : Pr$ и $CaGa_2S_4 : Pr, Ce$ IX Международная конференция «Аморфные и микрокристаллические полупроводники» Sankt-Peterburq, 2014. 7-11 iyul .
5. B.G.Tagiyev, S.A.Abushov, E.G.Asadov. Luminescence properties of $Ca(Al_xGa_{1-x})_2S_4$ compound. Azerbaijan Journal of Physics – 2014. – Vol. XX, N. 3. – P. 15-18.
6. O.B.Tagiyev, F.A.Kazimova, T.Sh.Ibragimova. Field, temperature and frequency dependences of electroluminescence in $EuGa_2S_4$. Azerbaijan Journal of Physics – 2014. – Vol. XX, N. 3. – P. 19-21.
7. O.B.Tagiev, F.A.Kazimova, T.Sh.Ibragimova. Электрoлюминесценции в $EuGa_2S_4$. IX

Международная конференция «Аморфные и микрокристаллические полупроводники» Sankt-Peterburq, 2014. 7-11 iyul .

8. О.Б.Тагиев, С.А.Абушов, Е.Г.Асадов Рентгенофазовый анализ и люминесцентные свойства соединения $\text{Ca}(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_2\text{S}_4$ IX Международная конференция «Аморфные и микрокристаллические полупроводники» Sankt-Peterburq, 2014. 7-11 iyul .

9. М. С. Леоненя, Е. В. Луценко, Т. Г. Нагиев, Б. Г. Тагиев, О. Б. Тагиев, Г. П. Яблонский. Фотолюминесценция и случайная генерация света в микропорошках широкозонных халькогенидных люминофоров и полупроводников. Материалы XX Всероссийской научной конференции «Оптика и спектроскопия конденсированных сред», 2014, Краснодар, Россия, с.23-26.

10.С.А.Абушов, Б.Г.Тагиев, Яблонский Г.П, О.Б.Тагиев. Фотолюминесценция поликристаллов $\text{CaGa}_2\text{S}_4 : \text{Pr}$ и $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Pr},\text{Ce}$. 2014. IX Международная конференция «Аморфные и микрокристаллические полупроводники» Sankt-Peterburq, 2014. 7-11 iyul.

11. Б. Г. Тагиев, О. Б. Тагиев, Т. Г. Нагиев, С. Г. Асадуллаева, М. С. Леоненя, Г. П. Яблонский, С.А.Абушов. Люминесценция кристаллов $\text{Ca}_{0.5}\text{Ba}_{0.5}\text{Ga}_2\text{S}_4$ активированных ионами Eu^{2+} и Er^{3+} . Оптика и спектроскопия, 2015. – Т. 118, № 3. – С.57-61.

Impakt factor: 0,723

12. Б.Г.Тагиев, С.А.Абушов, О.Б.Тагиев, Ф.А.Казымова. Фотолюминесценция поликристаллов соединения $\text{Ba}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}$. XVII межд. Конф. «Опто, нанооэлектроника, нанотехнологии и микросистемы», Махачкала 15-19 sentyabr, 2014.

13.А.М.Пашаев,Б.Г.Тагиев, О.Б.Тагиев, Р.А.Ибрагимов, Р.А.Абдулхейов. IX Международная конференция «Аморфные и микрокристаллические полупроводники. Энергетический выход фотолюминесценции в нанокристаллах тройных щелочноземельных соединениях типа CaGa_2S_4 » Sankt-Peterburq, 2014. 7-11 iyul .

14. М. С. Леоненя, Е.В.Лутсенко, V.N.Pavlovskii, G.P.Yablonskii, T.G.Nagiev, B.G.Tagiev, O.B.Tagiev, S.A.Abushev. Luminescence and lasing in ZnSe micropowders at high optical excitation levels. Journal of Applied Spectroscopy, Vol. 82, No. 1, March, 2014, p.53 – 57. (Russian Original Vol. 82, No. 1, January–February, 2015) Impakt factor: 0,476

15. М.С.Леоненя , Е.В.Луценко , Н.В.Ржеуцкий ,В.Н.Павловский , Г.П. Яблонский , Т. Г. Нагиев ,Б Г.Тагиев , С.А.Абушов , О.Б.Тагиев. Фотолюминесценция твердых растворов $\text{Ca}_x\text{Ba}_{1-x}\text{Ga}_2\text{S}_4$, активированных ионами Eu^{2+} . Журнал прикладной спектроскопии, Т.82, № 2, март — апрель 2015, с.254 – 259. Impakt factor: 0,476

16. М. С. Леоненя, Е. В. Луценко, Н. В. Ржеуцкий, В. Н. Павловский, Г. П. Яблонский, Т. Г. Нагиев, Б. Г. Тагиев, С. А. Абушов, О. Б. Тагиев. Влияние уровня возбуждения в интервале $10^4 - 10^8$ Вт/см² на спектры, кинетики и эффективности фотолюминесценции активированного ионами Eu^{3+} халькогенидного полупроводника CaGa_4O_7 . Сборник статей 10-го Белорусско-Российского семинара “Полупроводниковые лазеры и системы на их основе”. Институт физики НАН Беларуси. – 2015. – С. 142-145.

17. М. С. Леоненя, Г. П. Яблонский, Т. Г. Нагиев, О. Б. Тагиев .Фотолюминесценция халькогенидных полупроводников $\text{Ca}_x\text{Ba}_{1-x}\text{Ga}_2\text{S}_4$, активированных ионами Eu^{2+} . Сборник трудов IX Международной конференции «Аморфные и микрокристаллические полупроводники», 7 – 10 июля 2014, Санкт-Петербург, Россия. – 2014. – С. 207-208.

18. М. С. Леоненя, В. Н. Павловский, Е. В. Луценко, Т. Г. Нагиев, С. А. Абушов, Б. Г. Тагиев, О. Б. Тагиев, Г. П. Яблонский. Лазеры со случайной генерацией, люминесценция и оптические свойства кристаллов, нано- и микропорошков широкозонных полупроводников и халькогенидов с редкими землями при оптической и электронной накачкеТезисы докладов 1-ой Азербайджано-Белорусской международной конференции. Баку, Фонд Развития Науки. – 2014. – С. 11-12.

19. М. С. Леоненя, Е. В. Луценко, Н. В. Ржеуцкий, В. Н. Павловский, Г. П. Яблонский, Т. Г. Нагиев, Б. Г. Тагиев, С. А. Абушов, О. Б. Тагиев. Фотолюминесценция в видимой области спектра активированного трехвалентными ионами празеодима титогаллата кальция в интервале температур 10 – 300 К . Доклады Национальной академии наук Беларуси – 2015. (принята в печать).
20. В. Н. Tagiyev, О. В. Tagiyev, А. I. Mammadov, Vu Xuan Quang, Т. G. Naghiyev, S. H. Jabarov, N. T. Dang, M. S. Leonenya, G. P. Yablonskii . Structural and luminescence properties of $\text{Ca}_x\text{Ba}_{1-x}\text{Ga}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$ chalcogenide semiconductor solid solutions . Physika B – 2015. 478, p.58-62. Impakt factor: 1.319
21. Т.Г.Нагиев, О.Б.Тагиев, А.Н.Мамедов, Е.Г.Асадов, М.С.Леоненя, Г. П. Яблонский. Синтез и термодинамическая стабильность твердых растворов $(\text{CaGa}_2\text{S}_4)_x(\text{BaGa}_2\text{S}_4)_{1-x}$ и $(\text{CaGa}_2\text{S}_4)_x(\text{CaAl}_2\text{S}_4)_{1-x}$. Неорганические материалы, 2015, отправлено в печать. Impakt factor: 0,556
22. A.M. Pashayev , B.G. Tagiev, O.B. Tagiev , R.A. Abdulheyov , F.A. Kazimova. Light transformation of different length waves in nano-crystals of alkaline-earth compounds of CaGa_2S_4 type. Azerbaijan Journal of Physics – 2015. – Vol. XXI, N. 1. – P.3-8.

5 İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər
(burada doldurmalı)

- 6 Layihə üzrə ezamiyyətlər (ezamiyyə baş tutmuş təşkilatın adı, şəhər və ölkə, ezamiyyə tarixləri, həmçinin ezamiyyə vaxtı baş tutmuş müzakirələr, görüşlər, seminarlarda çıxışlar və s. dəqiq göstərilməlidir)
1. Nağıyev Tural 03.11.13 – 18.11.13 tarixlərində Belarus MEA B.İ.Stepanov adına Fizika İnstitutunda ezamiyyətdə olmuşdur. AMEA-nın Fizika İnstitutunda sintez olunmuş ikiqat və dördqat lüminessent materiallar üzərində tədqiqatlar aparılmışdır.
 2. Tağıyev Oqtay 16.11.13 – 24.11.13 tarixlərində Belarus MEA B.İ.Stepanov adına Fizika İnstitutunda ezamiyyətdə olmuşdur. Ezamiyyətin məqsədi nadir torpaq elementləri ilə aşqarlanmış $\text{Ca}_x\text{Ba}_{1-x}\text{S}_4$ tip birləşmələrin 10-300K temperatur intervalında lüminessensiya (həyəcanlanma, şüalanma spektrləri, şüalanma intensivliyinin xarici mənbəyin gücündən asılılığı, şüalanma intensivliyinin kinetikasi, nadir torpaq elementinin konsentrasiyasından və matrisadan asılı olaraq şüalanma intensivliyinin dəyişməsi və s.) xassələrinin tədqiqi və əldə olunan nəticələr əsasında çapa təqdim olunan məqalələrin müzakirəsi olmuşdur.
 3. Nağıyev Tural 28.09.14 – 15.10.14 tarixlərində Belarus MEA B.İ.Stepanov adına Fizika İnstitutunda ezamiyyətdə olmuşdur. AMEA-nın Fizika İnstitutunda sintez olunmuş ikiqat və dördqat lüminessent materiallar üzərində tədqiqatlar aparıldı. Müxtəlif lazer mənbələrindən istifadə olunaraq nümunələrin lüminessensiya, həyəcanlanma spektrlərinə geniş temperatur intervalında (10+300K) baxıldı və Eu^{2+} nadir torpaq elementi ilə aktivləşdirilmiş

$\text{Ca}_{1-x}\text{Ba}_x\text{Ga}_2\text{S}_4$ və $\text{Ca}(\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x)_2\text{S}_4$ nümunələrində x-in konsentrasiyasından asılı olaraq dalğa uzunluğunun maksimumunun necə dəyişdiyi araşdırıldı. Eyni zamanda həmin nümunələrin kinetikasi üzərində tədqiqatlar aparıldı. Laboratoriyada alınmış polimer-lüminofor kompozitləri üçün fotolüminessensiya xüsusiyyətlərinə baxıldı. Digər tərəfdən grantın əsas mövzusu olan nümunələrdə ($\text{ZnS}_x\text{Se}_{1-x}$, ZnSe:Nd) təsadüfi generasiyanın alınması istiqamətində işlər görüldü.

4. Tağıyev Oqtay 26.04.15 – 02.05.15 tarixlərində Şotlandiyanın Aberdin Unversitetində ezamiyyətdə olmuşdur. Fizika departamentinin dekani professor Jan Skakle ilə görüşdə gələcəkdə birgə tədqiqat işlərinin müzakirəsi olunmuşdur. Əsasən tərkibində nadir torpag elementi olan $\text{Ba}(\text{Ca})\text{Ga}_2\text{S}(\text{Se})_4$ tipli birləşmələrin stuktur quruluşunun, elektrik, maqnit və ağ işıq diodları üçün kompozit materialların xassələrinin tədqiqi nəzərdə tutulur.

7 Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak (əgər varsa)
(burada doldurmalı)

8 Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak
(burada doldurmalı)

9 Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s. çıxışlar) (məlumat tam şəkildə göstərilməlidir: a) məruzənin növü: plenar, dəvətli, şifahi və ya divar məruzəsi; b) tədbirin kateqoriyası: ölkədaxili, regional, beynəlxalq)

1. IX Международная конференция «Аморфные и микрокристаллические полупроводники» Санкт-Петербург, 2014. 7-11 iyul. Bir plenar və beş divar məruzəsi.
2. XXI международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов», 2014, 7-11 апреля. 1 şifahi məruzə.
3. XVII межд. Конф. «Опто, наноэлектроника, нанотехнологии и микросистемы», Махачкала 15-19 сентябрь, 2014. divar məruzəsi
4. Материалы XX Всероссийской научной конференции «Оптика и спектроскопия конденсированных сред», 2014, Краснодар, Россия, şifahi məruzə.

10 Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar, komplektləşdirmə məmulatları
2 notbuk, 3 ədəd fləş kart, 2 ədəd WD – My Passport, 1 ədəd HP tipli nüsxə çap edən cihaz və 1 ədəd mışka.

11 Yerli həmkarlarla əlaqələr
Fizika İnstitutunun 4 saylı laboratoriyası

12 Xarici həmkarlarla əlaqələr

1. Институт проблем технологии микроэлектроники РАН. Черноголовка
2. Физический Институт им. П.Н.Лебедева РАН. Москва
3. Институт химии силикатов им. И.В.Грибенщикова РАН. Санкт- Петербург.
4. Институт физики им. Б.И.Степанова НАН Беларусь
5. University of Aberdin, Scotland
6. МГУ им. М.В.Ломоносова

13	Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı (əgər varsa) 1 fizika üzrə elmlər doktoru dissertasiyası müdafiyyəyə təqdim olunub
14	Sərgilərdə iştirak (əgər baş tutubsa) (burada doldurmalı)
15	Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi (əgər baş tutubsa) (burada doldurmalı)
16	Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. (məlumatı tam şəkildə göstərməlidir) (burada doldurmalı) AMEA – da keçirilən Elm festivalı, AMEA – nın rəsmi saytında Layihənin mövzusu ilə əlaqədar informasiya verilmişdir.

SİFARIŞÇI:

Elmin İnkişafı Fondu

Müşavir

Babayeva Ədilə Əli qızı



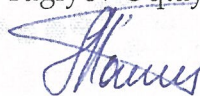
(imza)

" 11 " 09 2015-cü il

İCRAÇI:

Layihə rəhbəri

Tağıyev Oqtay Bahadır oğlu

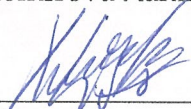


(imza)

" 07 " 09 2015-cü il

Baş məsləhətçi

Daşdəmirova Xanım Faiq qızı



(imza)

" 11 " 09 2015-cü il



AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA
ELMIN İNKİŞAFI FONDU

MÜQAVİLƏYƏ ƏLAVƏ

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında
Elmin İnkişafı Fondu ilə
Belarus Respublika Fundamental Tədqiqatlar Fondunun
birgə elmi-tədqiqat layihələrinin və proqramlarının
maliyyələşdirilməsi məqsədi ilə qrantların verilməsi üzrə
1-ci Azərbaycan-Belarus beynəlxalq müsabiqəsinin
(EIF-BGM-2-BRFTF-1-2013) qalibi olmuş layihənin
yerinə yetirilməsi üzrə

ALINMIŞ NƏTİCƏLƏRİN ƏMƏLİ (TƏCRÜBİ) HƏYATA KEÇİRİLMƏSİ
VƏ LAYİHƏNİN NƏTİCƏLƏRİNDƏN GƏLƏCƏK TƏDQIQATLARDA
İSTİFADƏ PERSPEKTİVLƏRİ HAQQINDA
MƏLUMAT VƏRƏQİ
(Qaydalar üzrə Əlavə 16)

Layihənin adı: Təsadüfi generasiyalı lazerlər, genişzolaqlı yarımkeçirici və nadir torpaq elementli halkogenid kristalların, nano- və mikroovuntularının optik və elektron

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: Tağıyev Oqtay Bahadır oğlu

Qrantın məbləği: 80 000 manat

Layihənin nömrəsi: EIF-BGM-2-BRFTF-1-2013-07/02/1-M-07

Müqavilənin imzalanma tarixi: 28.08.2013

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: 24 ay

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): 01.09.2013 - 01.09.2015

1. Layihənin nəticələrinin əməli (təcrübi) həyata keçirilməsi

1 Layihənin əsas əməli (təcrübi) nəticələri, bu nəticələrin məlum analoqlar ilə müqayisəli xarakteristikası

Alınmış elmi nəticələr

1. ZnSe, CdSe kristalları sintezi edilmişdir. RFA spektrlərinin tədqiqi nəticəsində müəyyən edilmişdir

ki, alınan madəllər mükəmməl kristallik quruluşa malikdirlər.

2. $Ca_xBa_{1-x}Ga_2S_4$ ($x = 0,1 \div 0,5$) kristalları sintezi edilmişdir. RFA spektrlərinin tədqiqi nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, Pa3 nöqtəvi simmetriyaya malik kubik quruluşlu $BaGa_2S_4$

kristalına xas olan xətlər müşahidə olunur.

3. ZnSe, CdSe kristalları sintezi edilmişdir. RFA spektrlərinin tədqiqi nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, alınan madəllər mükəmməl kristallik quruluşa malikdirlər.

4. $\text{Ca}_x\text{Ba}_{1-x}\text{Ga}_2\text{S}_4:\text{Eu}$ ($x = 0.1 - 0.5$) birləşməsinin tərkibinin dəyişməsindən aslı olaraq şüalanma spektrinin maksimumu dalğa uzunluğunun 475nm qiymətindən 575nm qədər dəyişir. Müəyyən edilmişdir ki, 10-300K temperatur intervalında AlGaN işıq dioduyla $\text{Ca}_x\text{Ba}_{1-x}\text{Ga}_2\text{S}_4:\text{Eu}$ kristalını həyəcanlandırdıqda şüalanma intensivliyinin yüksək dərəcədə sabitli müşahidə olunur. Göstərilmişdir ki, $\text{Ca}_x\text{Ba}_{1-x}\text{Ga}_2\text{S}_4$ -ya tərkibində Ca-un miqdarının artması kristallik sahənin artmasına gətirdiyi üçün onun təsiri altında Eu ionlarının 5d orbitalları parçalanır və $4f^65d \rightarrow 4f^7$ keçidlərinin enerjisi azalır.

5. Tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, matrisanın və nadir torpaq elementinin seçimindən və həyəcanlanma mənbəyinin diapazonundan (ultrabənövşəyidən bənövşəyi-göy) aslı olaraq şüalanma intensivliyini, spektrdə yerini və strukturunu, spektrin bütün görünən oblastında dəyişmək olar.

6. Müəyyən edilmişdir ki, $\text{Ca}_x\text{Ba}_{1-x}\text{Ga}_2\text{S}_4$ birləşməsi $x = 0.1$ olan halda Pa3 feza qəfəsləri 2 fərqli kubik fazaya malik olur. $x = 0.3, 0.4, 0.5, 0.6$ və 0.7 birləşmələrdə isə, 3 fərqli faza müşahidə edilir. Bu fazalardan ikisi Pa3 feza qəfəsləri kubik fazaya, digəri isə Fddd feza qəfəsləri ortorombik fazaya uyğun gəlir. $x = 0.9$ olduğu halda isə kristal quruluşu Fddd feza qəfəsləri ortorombik simmetriyaya uyğun gəlir.

7. Müəyyən edilmişdir ki, $\text{Ca}_x\text{Ba}_{1-x}\text{Ga}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$ bərk məhlullarının x parametrinin 0,1-dən 0,5-ə qədər dəyişməsi sönmə parametrinin 232ns-dən 291ns-ə qədər artmasına gətirir. Göstərilmişdir ki, $\text{Ca}_x\text{Ba}_{1-x}\text{Ga}_2\text{S}_4:\text{Eu}$, $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Er}^{3+}$, $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Pr}^{3+}$ xalkogenid yarımkəşiricilərinin üçvalentli nadir torpaq ionları ilə aktivləşdirilməsi FL spektrlərinin görünən diapazonda şüalanma strukturlarının olmasına gətirir. $\text{Ca}_x\text{Ba}_{1-x}\text{Ga}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Er}^{3+}$, $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Pr}^{3+}$ xalkogenid yarımkəşiricilərinin FL həyəcanlanmasının ən effektiv dalğa uzunluqları diapazonu UB-dən bənövşəyi-göy hissəyə qədər müəyyən edilmişdir.

8. Genişzolaqlı ZnSe yarımkəşiricilərinin mikroovuntularında N_2 lazerinin şüalanması ilə yüksək həyəcanlanma enerjilərində yükdaşıyıcıların elektron-deşik plazmasında (EDP) rekombinasiyası ilə şərtlənmiş fotoluminenssiyanın spektrinin uzundalğalı qanadında EDP zolağının maksimumundan 40MeV məsafədə stimullaşmış şüalanma zolağı aşkar edilmişdir. Intensivliyinə görə $0, I_{\text{həy}} > 250 \text{ kVt/sm}^2$ optik həyəcanlanma səviyyəsində submikron ölçülü kristallitləri olan ZnSe mikroovuntusunun EDP əsas zolağından üstündür və həyəcanlanmanın sonrakı artımı ilə 35MeV aşağı enerji səviyyəsinə sürüşür. Stimullaşmış şüalanma zolağının yaranmasına gətirən şüalanma prosesləri elektron-deşik plazmasında plazmonların buraxılması ilə baş verən rekombinasiyanın nəticəsi kimi izah edilir. Bu zaman rekombinasiyakvantının enerjisi plazmonların enerjisi qədər azalır. Stimullaşmış şüalanma zolağının sürülməsi həyəcanlanma səviyyəsinin artması ilə plazmonların enerjisinin artmasına mütənasib olaraq artır. ZnSe və CdSe mikroovuntularının zamana görə ayırılmış fotoluminenssiya (FL) spektrləri 20 və 77K temperaturlarında 280nm və 530nm dalğa uzunluqlu femtosaniyə impulsu lazer şüalanması ilə həyəcanlandırmaqla öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, 20K temperaturda ZnSe-nin FL spektrində 448, 462 və 468nm dalğa uzunluqları yaxınlığında şüalanma zolaqları vardır. Təyin edilmişdir ki, 462nm dalğa uzunluğu ətrafındakı FL zolağı 0,77nc zaman sabiti ilə monoeksponensial sönmə, 462nm ətrafında isə 0,15ns və 0237ns sönmə sabitlə multieksponensial 462nm yaxınlığındakı zolağın sönmə müddəti həyəcanlandırıcı lazer şüalanması impulslarının arasındakı zaman intervalını aşır. Ona görə də onun sönmə sabitlərini fərqləndirmək müəssər olmadı. Kadmium selenidin mikroovuntularının FL spektrlərində 435nm yaxınlığında 0,107ns və 0,725ns sönmə sabiti ilə multieksponensial sönmə zolağı aşkar edilmişdir. ZnSe və CdSe ovuntularının submikron ölçülü kristallitlərində otaq temperaturunda Nd:YAG lazer şüalanmasının 355nm dalğa uzunluqlu üçüncü harmonikasını ilə həyəcanlandırmaqla uyğun olaraq 750 kVt/sm^2 və 510 kVt/sm^2 astana güc sıxlıqlarında dalğa uzunluqları 475 və 736nm olan təsadüfi lazer

şüalanmasının generasiyası alınmışdır. ZnSe və CdSe mikroovuntularının submikron ölçülü kristallitlərinin lazer şüalanmasının təsadüfi generasiyasının spektrlərində lokallaşmış və uzunsov modlarının strukturu aşkar edilmişdir.

9. Evropium və seriumla aşqarlanmış barium tioqalat kristalları Niçi firmasının kommersiya lüminoforlarına heçdə geri qalmaya rəqabət göstərir. Şüalanma intensivliyinə görə iki dəfə artıq, inteqral intensivliyə görə isə 10% kommersiya lüminoforlarından geri qalır.

2 Layihənin nəticələrinin əməli (təcrübi) həyata keçirilməsi haqqında məlumat (istehsalatda tətbiq (tətbiqin aktını əlavə etməli); tədris və təhsildə (nəşr olunmuş elmi əsərlər və s. – təhsil sistemində tətbiqin aktını əlavə etməli); bağlanmış xarici müqavilələr və ya beynəlxalq layihələr (kimlə bağlanıb, müqavilənin və ya layihənin nömrəsi, adı, tarixi və dəyəri); dövlət proqramlarında (dövlət orqanının adı, qərarın nömrəsi və tarixi); ixtira üçün alınmış patentlərdə (patentin nömrəsi, verilmə tarixi, ixtiranın adı); və digərlərində)

(burada doldurmalı)

2. Layihənin nəticələrindən gələcək tədqiqatlarda istifadə perspektivləri

1 Nəticələrin istifadəsi perspektivləri (fundamental, tətbiqi və axtarış-innovasiya yönlü elmi-tədqiqat layihə və proqramlarında; dövlət proqramlarında; dövlət qurumlarının sahə tədqiqat proqramlarında; ixtira və patent üçün verilmiş ərizələrdə; beynəlxalq layihələrdə; və digərlərində)

Layihənin praktiki əhəmiyyəti – geniş dalğa uzunluqları diapazonunda yeni lazer materiallarının işlənilməsi və hazırlanmasından və həmçinin optoelektronikada, spektroskopiyada tətbiqindən ibarətdir. Nadir torpaq elementləri ilə aşqarlanmış xalkogenid yarımkeçiricilər və $A^{II}B^{VI}$ tipli enli zonalı yarımkeçiricilər əsasında təsadüfi generasiyalı lazerlər aşağıda göstərilən sahələr üçün perspektivli materiallardır:

1. şüalanma mənbələri
2. sənədlərin və pul əskinazlarının qorunması üçün cihazlar
3. temperaturun məsafədən idarə olunması
4. materialların markirovka olunması
5. displeylərdə
6. biosensordlarda
7. ifrat parlaq işıq diodlarında

Nəticələrin aktuallığı onların əsasında spektrin görünən hissəsində luminescent və lazer materiallarının və işıqşüalandırıcı cihazların işlənilməsi və hazırlanmasının mümkünlüyündən ibarətdir.

Nəticələrin elmi əhəmiyyəti geniş zolaqlı və qələvi torpaq xalkogenidlərində təsadüfi generasiya proseslərinin fizikası haqqında yeni biliklərin əldə edilməsi və onların əsasında verilmiş optik, luminescent və lazer xassələrinə malik materialların yetişdirilmə və aşqarlanma texnologiyalarının yaradılmasından ibarətdir.

SİFARIŞÇI:

Elmin İnkişafı Fondu

İCRAÇI:

Müşavir

Babayeva Ədilə Əli qızı

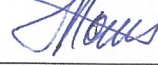


(imza)

"11" 09 2015-cü il

Layihə rəhbəri

Tağıyev Pqtay Bahadır oğlu

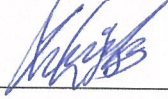


(imza)

"07" 08 201_-cü il

Baş məsləhətçi

Daşdəmirova Xanım Faiq qızı



(imza)

"11" 08 2015-cü il



**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA
ELMİN İNKİŞAFI FONDU**

MÜQAVİLƏYƏ ƏLAVƏ

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında
Elmin İnkişafı Fondu ilə
Belarus Respublika Fundamental Tədqiqatlar Fondunun
birgə elmi-tədqiqat layihələrinin və proqramlarının
maliyyələşdirilməsi məqsədi ilə qrantların verilməsi üzrə
1-ci Azərbaycan-Belarus beynəlxalq müsabiqəsinin
(EIF-BGM-2-BRFTF-1-2013) qalibi olmuş layihənin
yerinə yetirilməsi üzrə

**ALINMIŞ ELMİ MƏHSUL HAQQINDA MƏLUMAT
(Qaydalar üzrə Əlavə 17)**

Layihənin adı: **Təsadüfi generasiyalı lazerlər, genişzolaqlı yarımkeçirici və nadir torpaq elementli halkogenid kristalların, nano- və mikroovuntularının optik və elektron**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Tağıyev Oqtay Bahadır oğlu**

Qrantın məbləği: **80 000 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF-BGM-2-BRFTF-1-2013-07/02/1-M-07**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **28.08.2013**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **24 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01.09.2013 - 01.09.2015**

Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır

1. Elmi əsərlər (sayı)

№	Tamlıq dərəcəsi	Dərc olunmuş	Çapa qəbul olunmuş və ya çapda olan	Çapa göndərilmiş
1.	Elmi məhsulun növü Monoqrafiyalar həmçinin, xaricdə çap olunmuş			

2.	Məqalələr	10	1	1
		5	1	1
3.	həmçinin xarici nəşrlərdə Konfrans materiallarında məqalələr	2		
	O cümlədən, beynəlxalq konfrans materiallarında			
4.	Məruzələrin tezisləri	11		
	həmçinin, beynəlxalq tədbirlərin toplusunda	10		
5.	Digər (icmal, atlas, kataloq və s.)			

2. İxtira və patentlər (sayı)

No	Elmi məhsulun növü	Alınmış	Verilmiş	Ərizəsi verilmiş
1.	Patent, patent almaq üçün ərizə			
2.	İxtira			
3.	Səmərələşdirici təklif			

3. Elmi tədbirlərdə məruzələr (sayı)

No	Tədbirin adı (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s.)	Tədbirin kateqoriyası (ölkədaxili, regional, beynəlxalq)	Məruzənin növü (plonar, dəvətli, şifahi, divar)	Sayı
1.	IX Международная конференция «Аморфные и микрокристаллические полупроводники» Санкт-Петербург, 2014. 7-11 iyul .	beynəlxalq	1plonar,1 şifahi, 6 divar	8
2.	XXI международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов», 2014, 7-11 апреля .	beynəlxalq	1 şifahi	1
3.	XVII межд. Конф. «Опто, наноэлектроника, нанотехнологии и микросистемы», Махачкала 15-19 sentyabr, 2014.	beynəlxalq	1 divar	1
4.	Материалы XX Всероссийской	ölkədaxili	1 şifahi	1

научной конференции «Оптика и
спектроскопия конденсированных
сред», 2014, Краснодар, Россия,

SİFARİŞÇİ:

Elmin İnkişafı Fondu

Müşavir

Babayeva Ədilə Əli qızı



(imza)

"11" 09 2015-cü il

İCRAÇI:

Layihə rəhbəri

Tağıyev Oqtay Bahadır oğlu



(imza)

"07" 09 2015-cü il

Baş məsləhətçi

Daşdəmirova Xanım Faiq qızı



(imza)

"11" 09 2015-cü il