



AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA ELMİN İNKİŞAFI FONDU

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin
İnkişafı Fondunun elmi-tədqiqat proqramlarının, layihələrinin
və digər elmi tədbirlərin maliyyələşdirilməsi məqsədi ilə
qrantların verilməsi üzrə 2013-cü il üçün elan edilmiş əsas
grant müsabiqəsinin (EIF-2013-9(15)) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə

YEKUN ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Nanostrukturların qeyri-xətti optik xassələri və metamateriallarda faza effektləri**

Qrantın məbləği: **70 000 manat**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **İsmayılov Taryel Hübət oğlu**

Layihənin nömrəsi: **EIF-2013-9(15)-46/04/1-M-36**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **25 fevral 2015-ci il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **12 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 mart 2015-ci il – 01 mart 2016-cı il**

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

(burada doldurmalı)

1. ZnO.birləşməsində ikinci harmonika generasiyası rejimində faza effektləri..
2. ZnO/PMMA nanocompozit nazik təbəqələrində üçüncü harmonika generasiyası rejimində faza effektləri
- 3 Metamateriallarda optik parametrik güclənmə rejimində faza effektləri
- 4.Metamateriallarda dörd dalğalı qarışma
- 5.Nanostrukturlarda(Aşağı ölçülü sistemlər) elektron qazının kinetik,optik xassələri;
6. Mürəkkəb formalı kvant quyusunda elektron qazının termodinamikası
7. Mürəkkəb formalı kvant quyusunda elektron qazının elektrik keçiriciliyi
8. Mürəkkəb formalı kvant quyusunda Raman səpilməsi
9. Kvant quyusunda işığın ikifotonlu udulması

	Maksvell tənlikləri, qısaldılmış tənliklər, sabit intensivlik yaxınlaşması, Şredinger tənliyi, Bolsmanın kinetik tənliyi, həyəcanlaşma nəzəriyyəsi, birelektronlu yaxınlaşma, müxtəlif profilli kvant quyuları
2	Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (faizlə qiymətləndirməli) (burada doldurmalı) 100%
3	Hesabat dövründə alınmış elmi nəticələr (onların yenilik dərəcəsi, elmi və təcrübi əhəmiyyəti, nəticələrin istifadəsi və tətbiqi mümkün olan sahələr aydın şəkildə göstərməlidir) (burada doldurmalı) 1.Kvadratik və kubik qeyri-xətti dispersiyaedici mühitlərdə optik dalğaların harmonika generasiyası prosesi zamanı və parametrik qeyri-xətti qarşılıqlı təsirlərinin tədqiqi sabit intensivlik yaxınlaşmasında aparılmışdır. Bu yaxınlaşmada optik dalğaların kvadratik və kubik mühitlərdə qeyri-xətti qarşılıqlı təsirlərinin tədqiqi bütün dalğaların faza dəyişmələri nəzərə alınmaqla aparılmışdır. Sabit intensivlik yaxınlaşmasında qeyri-xətti proseslərin daha dəqiq təhlili mümkündür Göstərilmişdir ki, kubik qeyri-xəttiliyə malik metamateriallarda işığın yayılması öz-özünə təsir effektinə malikdir. Nümunə üzərinə düşən dalğanın sürəti onun intensivliyindən, qeyri-xətti mühitin uzunluğundan və qarşılıqlı təsirdə olan dalğaların faza uyğunsuzluğundan asılı olur. Göstərilmişdir ki, əsas dalğanın faza dəyişməsi adi bircins kubik mühitdəki ilə müqayisədə daha böyükdür. Elektrokimyəvi çökdürmə yulu ilə polimer üzərində ZnO nazik təbəqələrinin(40-400 nm) alınma texnologiyası işlənilib hazırlanmışdır.Yəni, ZnO/PMMA nanokompozitləri alınmışdır.ZnO təbəqələrinin kristal quruluşunu və fazasını təyin etmək üçün rentgenstruktur analizi aparılmışdır.Göstərilmişdir ki, onlar heksaqonal quruluşa malik polikristaldır və difraktoqramın verdiyi nəticəyə görə (002) müstəvisində güclü pikə malikdir. Skanedici elektron mikroskopunun köməyi ilə alınmış nümunələrin səthlərinin morfologiyası tədqiq olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, səthlərdə boşluqlar yoxdur və müxtəlif orientasiyalı kristal dənələrinin ölçüsü 1 mkm-dir Alınmış nümunələrin ultrabənövşəyi oblastda optik buraxma spektrləri çəkilmişdir.Çökdürmə potensialının qiymətinin artması ilə optik buraxma artır. Məsələn, çökdürmə potensialının 1,0 V qiymətində alınan təbəqənin optik buraxma əmsalı təqribən 85% təşkil edir. Qadağan zolağının eninin ~3,3 eV olduğu müəyyən edilmişdir. Nəzəri hesablamalar göstərir ki, belə nanokompozitlərdə qeyri-xətti optik cavabın alınması imkanları böyükdür. 2. Mürəkkəb profilli kvant quyusunda cırlaşmış və cırlaşmamış elektron qazının elektrik keçiriciliyi(EK) məsələlərinə baxılmışdır. Göstərilmişdir ki, Fermi səviyyəsinin ölçüyə görə kvantlanmış enerji səviyyələri arasındakı nisbətdən asılı olan EK quyunun enindən asılı olaraq ossilyasiya edir. Elektronların akustik fononlardan səpilməsi halında Fermi enerjisi ilə quyuya parametri arasındakı münasibətdən də asılı olaraq EK mənfi ola bilər. Polyar optik fononlardan səpilmə halında EK quyunun artması ilə azalaraq sifirə gedir. Elektronların akustik fononlardan səpilməsi halında alınan mənfi differensial müqavimət. Fermi enerjisi ilə quyuya potensialının minimumu arasındakı münasibətlə əlaqədardır.Belə ki, bu enerjilərin nisbətindən asılı olaraq keçirici elektronlar quyuda lokallaşsın və daha sonra isə sərbəst olduqları müstəviyə keçə bilərlər.Nəticədə EK əvvəlcə azalır, sonra isə artır.Yəni, mənfi diferensial müqavimət yaranmış olur.EK-nin elektronların akustik və polyar optik fononlardan səpilməsi hallarında alınan keyfiyyətə fərqli nəticələr çox güman ki, bilavasitə relaksasiya müddəti ilə təyin olunan dreyf yürüklüyü ilə bağlıdır.

3. Həyəcanlaşma nəzəriyyəsinin köməyi ilə ikifotonlu udulma üçün alınmış ümumi ifadə əsasında yarımkeçirici əsaslı kvant quyusunda və kvant mətilində ikifoton doldurulmalı laser effekti araşdırılmışdır. Hər iki halda güclənmə əmsalının kvant quyularının ölçülərindən asılılıqları müəyyən edilmişdir. Göstərilmişdir ki, kvant mətilində bu effekt daha güclüdür.

4. Mürəkkəb formalı $GA_{1-x}AL_xN$ -GAN- $GA_{1-x}AL_xN$ kvant quyusunda elektron Raman səpilməsi məsələsinə baxılmışdır. Səpilmənin tezliyin sürüşməsindən və kvant quyusunun enindən asılı effektiv kəsiyi hesablanmışdır. Göstərilmişdir ki, quyunun eni kiçildikcə səpilmənin effektivliyi artır. Səpilmə spektrində meydana çıxan kəskin piklərin interpretasiyası verilmişdir. Seçmə qaydaları müəyyən edilmişdir.

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, İmpact Factor, həmmüəlliflər və s. bunun kimi məlumatlar - ciddi şəkildə dəqiq olaraq göstərilməlidir)

(surətlərini kağız üzərində və CD şəklinə əlavə etməli!)

(burada doldurulmalı)

Məqalələr:

1. R.J. Kasumova, G.A. Safarova, Sh.A., Shamilova, N.V. Kerimova. Phase effects in metamaterials at Third-Harmonic Generation. International Journal of Engineering and Technology IJET-IJENS, 2015, v.15, No.06, p.19–30. (impact-factor calculated from CITATION REPORTS through GOOGLE SCHOLAR **1.819**).
2. R.J. Kasumova, Sh.A. Shamilova. Phase Effects at Third Harmonic Generation in ZnO/PMMA nanocomposite films. International Journal of Engineering and Technology IJET-IJENS, 2015, v. 15, No.4, p. 10-21. (impact-factor calculated from CITATION REPORTS through GOOGLE SCHOLAR **1.819**).
3. R.J. Kasumova, G.A. Safarova, V.C. Mamedova. Phase effects at Second Harmonic Generation in zinc oxide, grown on glass substrate. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE), 2016, v.5, Issue 9, February, p. 7 – 13. (İSİ indexed. Impact-factor **3.48** (2015)).
4. R.J. Kasumova, G.A. Safarova, Sh.A. Shamilova. Phase effects at optical parametric amplification in metamaterials. 2016. v. , Issue , p. 1 – 9. **Çapa hazırlanır.**
5. S.R.Figarova. G.N. Xasiyeva, T.H. İsmayılov. Mürəkkəb formalı kvant çuxurunda cırlaşmamış ikiölçülü electron qazının termodinamikası. BDU-nun xəbərləri, N3, 2015-ci il
6. S.R.Figarova. G.N. Hasiyeva, V.R.Figarov. Negative differential conductivity in quantum well with complex potential profile for electron phonon scattering. Physica E, (çapa qəbul olunub)
7. Rena J. Kasumova, Sh.A. Shamilova Phase Effects at Third Harmonic Generation in ZnO/PMMA Nanocomposite Films. International Journal of Engineering & Technology IJET-IJENS Vol. 15, No:04 150704-8686, August 2015.
8. S.R.Figarova, G.N.Hasiyeva, V.R.Figarov. Thermodynamic properties of electron gas in complex-shaped quantum well. Physica E, 69, p.24–25, 2015 (Impact factor – 2.0)
9. T.H.İsmayılov, A.R.Aslanova. Influence of peripheral Effects on the Electro Physical Properties of Schottky Diodes. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, ISSN: 2278-3075, volume -5 Issue -2, July 2015 (Impact fact. - 3.48)
10. T.H.İsmayılov, A.R.Aslanova. Electro Physical Properties of Schottky Diodes with inhomogeneous contact surface J. Superlattices and Microstructures, 90 (2016), pp.68-76.

(Impact.fact: 2.097)

11. S.R.Fiqarova, G.N. Hasiyeva, T.H. İsmayılov. Electrical Conductivity of nondegenerate Electron Gas With Complex Shaped Quantum Well (Korean Journal of Physics jurnalına çapa göndərilib).

Confrans materialı:

1. R.J. Kasumova, H. M. Mamedov, Sh.A. Shamilova. Second Harmonic Generation in ZnO/PMMA nanocomposite films. FP7 SECURE-R2I, Workshop, Georgian Technical University, Tbilisi, 2015, 1-2 June.
2. Р.Дж. Касумова, Г.А. Сафарова, Ш.А. Шамилова. Четырехволновое смешение в метаматериалах. Материалы XI Международной научно-практической конференции «Вести современной науки – 2015», 30.11-07.12.2015, Science and Education Ltd (England), Физика/7. Оптика, с. 90-91.
3. R.C. Qasımova, G.Ə. Səfərova, N.V. Kərimova², L.S. Hacıyeva. Spektrin İQ diapazonunda AgGa_{0.6}In_{0.4}Se₂ qarışıq birləşmədə indiumun nisbi tərkibinin tezlik çevrilməsinin effektivliyinə təsiri. “Opto, nanoelektronika, kondensə olunmuş mühit və yüksək enerjilər fizikası” Beynəlxalq Konfransın materialları, Bakı, 25-26 dekabr, 2015, səh. 437-439.
5. Р.Дж. Касумова, Г.М. Мамедов, Ш.А. Шамилова. Получение и исследование оптических свойств ZnO/PMMA нанокompозитных пленок. “Opto, nanoelektronika, kondensə olunmuş mühit və yüksək enerjilər fizikası” Beynəlxalq Konfransın materialları, Bakı, 25-26 dekabr, 2015, səh. 45-47.
6. R.J. Kasumova, G.A. Safarova, Sh.A. Shamilova. Metamaterials. Optical parametric interaction. Materials of the International Scientific and Practical Conference. 2016. Çapa hazırlanır.
7. T.H. İsmayılov, S.İ. Zeynalova. Electron Raman Scattering In Complex Shaped Semiconductor Quantum Well. “Fizikanın aktual problemləri”, X Respublika elmi konfransı, Bakı, 17 dekabr 2015-ci il, səh. 189-190, səh. 432-434.
8. Фигарова С.Р., Махмудов М.М., Хасиева Г.Н. “Электропроводность при рассеянии на акустических фононах в квантовой яме со сложным профилем”, “Fizikanın aktual problemləri”, X Respublika elmi konfransı, Bakı, 17 dekabr 2015-ci il, səh. 144-148.
9. Fiqarova S.R., Mahmudov M.M., Hasiyeva G.N. “Mürəkkəb profilli kvant çuxurunda polyar optik fononlardan səpilmə zamanı keçiricilik”, “Fizikanın müasir problemləri” adlı IX Respublika elmi konfransı, Bakı, 25-26 dekabr 2015-ci il.

5 İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər

(burada doldurulmalı)

yoxdur

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 göstərməlidir)

(burada doldurulmalı)

yoxdur

7	Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak (əgər varsa) (burada doldurulmalı) yoxdur
8	Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak (burada doldurulmalı) yoxdur
9	Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s. çıxışlar) (məlumat tam şəkildə göstərməlidir: a) məruzənin növü: plenar, dəvətli, şifahi və ya divar məruzəsi; b) tədbirin kateqoriyası: ölkədaxili, regional, beynəlxalq) (burada doldurulmalı) 4 beynəlxalq konfransda məruzə (2 şifahi və 2 elektron şəkildə internet vasitəsi ilə), 5 ölkədaxili konfransda məruzə(şifahi)
10	Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar, komplektləşdirmə məmulatları (burada doldurulmalı) yoxdur
11	Yerli həmkarlarla əlaqələr (burada doldurulmalı) BDU-nun Fiziki elektronika və Bərk cisimlər kafedraları.
12	Xarici həmkarlarla əlaqələr (burada doldurulmalı) 1.prof. Yuri Rostovtsev, Texas A&M University, USA 2.Moskva Dövlət Universitetinin “Общая физика и волновые процессы” kafedrasının prof., f.r.e.d. A.S. Chirkin 3. prof. Çirakadze A. Tbilisi Politexnik Universiteti. 4. Rusiya EA-nın Fizika İnstitutu, 5. Rusiya EA-nın Samara şöbəsi. 6. A.F.İoffe adına Fizika-Texnika İnstitutu (Sankt-Peterburq)
13	Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı (əgər varsa) (burada doldurulmalı) 1.“Optika və molekulyar fizika” kafedrasının doktorantı, layihə iştirakçısı magistr dərəcəsi olan Ş.A. Şamilova (rəhbər prof. R.C. Qasımova) metamateriallarla bağlı dissertasiya işi üzərində çalışaraq (fizika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün dissertasiya mövzusu: “Lazer şüalanmasının metamateriallarda qeyri-xətti tezlik çevrilməsi və orta İQ diapazonda halkogenid kristallarda çevrilmənin optimal parametrləri”) daimi kafedranın elmi seminarlarında çıxış edir. 2. Layihə iştirakçısı f.f.d. G.Ə. Səfərova layihə üzərində çalışaraq “Optika və molekulyar fizika” kafedrasının elmi seminarlarında müntəzəm olaraq çıxış edir. 3.Bərk cismər kafedrasının üç doktorantı, Zeynalova S.İ.(rəhbər: T.H. İsmayılov), R.R. Şərifov (rəhbər: T.H. İsmayılov) və G.N. Xasiyeva (rəhbər: S.R.Fiqarova,) layihə mövzusu ilə bağlı məsələlərlə məşğuldurlar və vaxtaşırı olaraq BDU-nun, AMEA-nın Fizika İnstitutunun və eləcə də kafedranın seminarlarında çıxış edirlər.
14	Sərgilərdə iştirak (əgər baş tutubsa) (burada doldurulmalı) yoxdur
15	Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi (əgər baş tutubsa) (burada doldurulmalı) Layihə iştirakçısı - Sh.A. Shamilova. FP7 SECURE-R2I, Workshop, Georgian Technical University, Tbilisi, 2015, 1-2 June da məruzə ilə çıxış edib.

baş tutmayıb

16

Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. (məlumatı tam şəkildə göstərilməlidir)

(burada doldurmalı)

yoxdur

SİFARIŞÇI:

Elmin İnkişafı Fondu

Müşavir

Babayeva Ədilə Əli qızı

(imza)

" _ " _____ 201_-cü il

Baş məsləhətçi

Qurbanova Səmirə Yaşar qızı

(imza)

" _ " _____ 201_-cü il

İCRAÇI:

Layihə rəhbəri

İsmayılov Taryel Hübət oğlu

(imza)

" 10 " _mart_ 2016-cı il

