



**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA**  
**ELMİN İNKİŞAFI FONDU**

MÜQAVİLƏYƏ ƏLAVƏ

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun  
“Elm-Təhsil İntegrasiyası” məqsədli qrant müsabiqəsinin  
(EIF/MQM/Elm-Təhsil-1-2016-1(26)) qalibi olmuş  
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə

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

Layihənin adı: **Anizotrop örtüklərin gərgin deformasiya tənlikləri üçün spektral məsələlər və onların tətbiqləri**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Əfəndiyev Rakib Feyruz oğlu**

Qrantın məbləği: **21 600 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF/MQM/Elm-Təhsil-1-2016-1(26)-71/12/1-M-28**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **10 mart 2021-ci il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **6 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 aprel 2021-ci il – 01 oktyabr 2021-ci il**

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

**Layihənin nəticələrinin əməli (təcrübi) həyata keçirilməsi**

<b>1</b>	Layihənin əsas əməli (təcrübi) nəticələri, bu nəticələrin məlum analoqlar ilə müqayisəli xarakteristikası
	<b>(bur (burada) doldurmalı)</b> <b>Alınan elmi nəticələr nəzəri xarakter daşıyır, riyazi fizikanın qeyri-xətti tənliklərin inteqrallanmasında istifadə oluna bilər.</b>
<b>2</b>	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)

**yoxdur**

### 1. Layihənin nəticələrindən gələcək tədqiqatlarda istifadə perspektivləri

1

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

*(burada doldurmalı)* Layihə üzrə elmi işlərdə alınan nəticələr gələcəkdə kvant mexanikasında, fizikada, elektromexanikada, meteorologiyada və təbiətşünaslığın və texnikanın digər sahələrində istifadə oluna bilər.

**SİFARIŞÇI:**

**Elmin İnkişafı Fondu**

**Baş məsləhətçi**

**Daşdəmirova Xanım Faiq qızı**

\_\_\_\_\_  
(imza)

“ \_ ” \_\_\_\_\_ 20\_ -ci il

**İCRAÇI:**

**Layihə rəhbəri**

**Əfəndiyev Rakib Feyruz oğlu**

\_\_\_\_\_  
(imza)

“ \_ ” \_\_\_\_\_ 2021\_ -ci il



**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA  
ELMİN İNKİŞAFI FONDU**

MÜQAVİLƏYƏ ƏLAVƏ

**Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun  
“Elm-Təhsil İntegrasiyası” məqsədli qrant müsabiqəsinin  
(EIF/MQM/Elm-Təhsil-1-2016-1(26)) qalibi olmuş  
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə**

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

Layihənin adı: **Anizotrop örtüklərin gərgin deformasiya tənliləri üçün spektral məsələlər və onların tətbiqləri**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Əfəndiyev Rakib Feyruz oğlu**

Qrantın məbləği: **21 600 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF/MQM/Elm-Təhsil-1-2016-1(26)-71/12/1-M-28**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **10 mart 2021-ci il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **6 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 aprel 2021-ci il – 01 oktyabr 2021-ci il**

**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.	Monoqrafiyalar			
	həmçinin, xaricdə çap olunmuş			
2.	Məqalələr	3	2	1
	həmçinin xarici nəşrlərdə			

3.	Konfrans materiallarında məqalələr O cümlədən, beynəlxalq konfrans materiallarında	yoxdur		
4.	Məruzələrin tezisləri həmçinin, beynəlxalq tədbirlərin toplusunda	yoxdur		
5.	Digər (icmal, atlas, kataloq və s.)			

## 2. İxtira və patentlər (sayı)

Nö	Elmi məhsulun növü	Alınmış	Verilmiş	Ərizəsi verilmiş
1.	Patent, patent almaq üçün ərizə			
2.	İxtira			
3.	Səmərələşdirici təklif			

## 3. Elmi tədbirlərdə məruzələr (sayı)

Nö	Tədbirin adı (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s.)	Tədbirin kateqoriyası (ölkədaxili, regional, beynəlxalq)	Məruzənin növü (plenary, dəvətli, şifahi, divar)	Sayı
1.				
2.				
3.				

**SİFARIŞÇI:**  
Elmin İnkişafı Fondu

Baş məsləhətçi  
Daşdəmirova Xanım Faiq qızı

**İCRAÇI:**

Layihə rəhbəri  
Əfəndiyev Rakib Feyruz oğlu

(imza)

“ ” \_\_\_\_\_ 20\_-ci il

(imza)

“ ” \_\_\_\_\_ 20\_-ci il



# AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA ELMİN İNKİŞAFI FONDU

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun  
“Elm-Təhsil İnteqrasiyası” məqsədli qrant müsabiqəsinin  
(EIF/MQM/Elm-Təhsil-1-2016-1(26)) qalibi olmuş  
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə

## YEKUN ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Anizotrop örtüklərin gərgin deformasiya tənlikləri üçün spektral məsələlər və onların tətbiqləri**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Əfəndiyev Rakib Feyruz oğlu**

Qrantın məbləği: **21 600 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF/MQM/Elm-Təhsil-1-2016-1(26)-71/12/1-M-28**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **10 mart 2021-ci il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **6 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 aprel 2021-ci il – 01 oktyabr 2021-ci 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

Layihənin həyata keçirilməsi zamanı anizotrop lövhə-örtüklərin ümumi nəzəriyyəsi işlənib hazırlanmış, anizotrop örtüklərin tədqiqində meydana çıxan spektral məsələlər öyrənilmiş, yalnız bir tərəfdə səpilmə olduqda diskret Dirak operatorları üçün səpilmənin düz və tərs məsələləri, onların qeyri-xətti tənliklərə tətbiqləri öyrənilmiş, öz-özünə qoşma olmayan müəyyən sinif diferensial operatorlar və sərhəd şərtinə parametr daxil olan Şturm-Liuvill operatorlarının spektral təhlili verilmişdir. Anizotrop örtüklərin tədqiqində meydana çıxan spektral məsələlərin spektrinin budaqlanmaya malik olması əlaqədar olaraq üsul təklif edilmişdir. Diskret operatorlar üçün yalnız bir tərəfdə səpilmənin olması Marçenko tipli tənliyin də yalnız bir tərəfdə olmasını təmin edir. Nəticədə isə digər tərəfdə potensialın bərpa olunması problemi yaranır. Bu problem Veyl funksiyası ilə səpilmə verilənləri arasında aşkar əlaqə tapmaqla aradan qaldırılmış və yeni bir yanaşma verilmişdir. Periodik əmsallı öz-özünə qoşma olmayan diferensial operatorları spektral təhlili zamanı xüsusi həllərin ənənəvi göstərilişi doğru olur. Bu həllərin göstərilişlərinin

tapılması üçün yeni üsullar təklif edilmiş və həllərin sıra şəklində göstərilişləri verilmişdir. Sərhəd şərtinə parametr daxil olan tənliklərlə bağlı məsələlər bir sıra hallarda Bessel funksiyalarının indeksə görə sıfırlarının tapılması məsələsinə gətirilmişdir. Bu əlaqənin köməyi ilə birinci növ modifikasiya olunmuş Bessel funksiyasının indeksə görə sıfırlarının tapılması öyrənilmişdir. Qeyd edək ki, bu funksiya üçün sol yarım müstəvidə sıfırların səpələnməsi məsələsi indiyə qədər açıq qalmış problem hesab olunurdu. Aşağıdakı şəkildə modifikasiya olunmuş Bessel tənliyinə baxaq:

$$z^2 u'' + zu' - (z^2 + \nu^2)u = 0,$$

burada  $\nu$  kompleks parametrdir. Məlum olduğu kimi bu tənliyin

$$I_\nu(z) = \left(\frac{z}{2}\right)^\nu \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\left(\frac{z}{2}\right)^{2k}}{k! \Gamma(\nu + k + 1)}$$

şəklində həlli var.  $I_\nu(z)$  funksiyasına birinci növ modifikasiya olunmuş Bessel funksiyası deyilir. Müxtəlif riyaziyyatçılar tərəfindən isbat olunmuşdur ki,  $I_\nu(z)$  funksiyasının  $\nu$  indeksinə nəzərən sağ yarım müstəvidə sıfırları yoxdur. Lakin sol yarım müstəvidə sıfırların mövcudluğu və onların neçə səpələnməsi məsələsi açıq qalmışdır. Layihənin icrası zamanı bu problem

$$-y'' + q(x)y = \lambda^2 y, q(x) = e^{2(c-x)}$$

Şredinger tənliyi üçün

$$y(0) = 0$$

sərhəd məsələsinə gətirilmiş və aşağıdakı teorem isbat olunmuşdur:

**Teorem.** *Hər bir qeyd olunmuş  $z > 0$  üçün  $I_\nu(z)$  funksiyasının istənilən  $|\operatorname{Im} \nu| < \varepsilon, \varepsilon > 0$  zolağının kənarında yalnız sonlu sayda  $\nu$ -sıfırları ola bilər.  $I_\nu(z)$  funksiyasının həqiqi sıfırları yalnız  $(-2k, -(2k-1)), k = 1, 2, \dots$ , intervallarında yerləşə bilər. Bundan başqa  $k$  kifayət qədər böyük ədəd olduqda  $I_\nu(z)$  funksiyasının  $(-2k, -(2k-1)), k = 1, 2, \dots$  intervalında məhz iki sıfırı yerləşir.*

Layihənin icrası zamanı funksional analizin, kompleks analizin, riyazi fizikanın və kvant mexanikasının üsullarından istifadə olunmuşdur.

Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (faizlə qiymətləndirməli)

95

3

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

Hesabat dövründə periodik əmsallı öz-özünə qoşma olmayan Şturm-Liuvill operatorlarının spektral verilənlər üzrə bərpasının, modifikasiya olunmuş birinci növ Bessel funksiyalarının indeksə nəzərən sıfırlarının paylanması, Volterr zəncirlərinin ümumiləşməsi üçün Koşi məsələsi tədqiq olunmuş, tərs məsələlərin əsas teoremləri isbat edilmişdir. Beləliklə, hesabat dövründə baxılan tərs məsələlər tam həll olunmuşdur. Bundan əlavə öz-özünə qoşma olmayan Şturm-Liuvill operatorlarının spektral analizi

	<p>vasitəsilə modifikasiya olunmuş birinci növ Bessel funksiyasının indeksə nəzərən sıfırlarının sol yarım müstəvidə yerlədiyi isbat olunmuşdur. Bu sıfırların hansı oblastlarda yerləşməsi tapılmışdır. Alınan nəticələr yenidir və modifikasiya olunmuş birinci növ Bessel funksiyasının indeksə nəzərən sıfırlarının sol yarım müstəvidə səpəlməsi məsləsi indiyə qədər açıq qalmış sual kimi mövcud idi.</p> <p>Volterr zəncirlərinin ümumiləşməsi üçün Koşi məsələsinin qlobal həll olunması isbat olunmuşdur. Həllin tapılması alqoritmi verilmişdir.</p> <p>Alınmış bütün nəticələr yenidir və nəzəri və praktiki əhəmiyyətə malikdir.</p>
4	<p>Layihə üzrə <b>elmi nəşrlər</b> (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 göstərməlidir) <i>(surətlərini kağız üzərində və CD şəklində əlavə etməli!)</i></p>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A.Kh.Khanmamedov, Method integrating one system of nonlinear differential equations, Journal of Contemporary Applied Mathematics, 2021, V. 11, No 1, pp.1-6. <a href="http://journalcam.com/wp-content/uploads/2021/05/100107.pdf">http://journalcam.com/wp-content/uploads/2021/05/100107.pdf</a></li> <li>2. A.Kh.Khanmamedov, On zeros of the modified Bessel function of the first kind, Azerbaijan Journal of Mathematics vol 11, no 2 (2021): <a href="https://azjm.org/volumes/1102/pdf/1102-13.pdf">https://azjm.org/volumes/1102/pdf/1102-13.pdf</a></li> <li>3. М.Ф.МЕХТИЕВ, Н.А.АЛИЕВ, Л.Ф.ФАТУЛЛАЕВА, Л.Г.ХАЛИЛОВА, ЗАДАЧА СТЕКЛОВА ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО ТИПА ПЕРВОГО ПОРЯДКА НА ПЛОСКОЙ ПОЛОСЕ ШИРИНЫ ЕДИНИЦЫ вестник Бакинского Государственного Университета, Серия физико - математических наук, 2021, №3 (çapa qəbul olunub)</li> </ol>
5	İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər
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)
7	Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak (əgər varsa)
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 göstərməlidir: a) məruzənin növü: plenar, dəvətli, şifahi və ya divar məruzəsi; b) tədbirin kateqoriyası: ölkədaxili, regional, beynəlxalq) <i>(burada doldurmalı)</i> Layihə mövzusu üzrə alınan nəticələr AMEA-nın Riyaziyyat və Mexanika İnstitutun Elmi Seminarında və Bakı Dövlət Universitetinin nəzdində Tətbiqi Riyaziyyat İnstitutunun Elmi Seminarında məruzə edilmişdir.
10	Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar, komplektləşdirmə məmulatları
11	Yerli həmkarlarla əlaqələr Layihə mövzusunda bəzi həmkarlarla (prof. M. Bayramoğlu, prof. Ə.B.Əliyev, prof. N.Ş. İsgəndərov, AMEA-nın müxbir üzvü, prof. B.T.Bilalov, r.e.d. T.B. Qasimov, prof. H.İ.Aslanov və başqaları ilə) elmi diskussiyalar aparılmışdır.
12	Xarici həmkarlarla əlaqələr Layihə üzrə alınan nəticələrin müzakirəsi zamanı Rusiya Elmlər Akademiyasının İnformatika və İdarəetmə Federal Araşdırma Mərkəzinin əməkdaşı dosent Sergey Leonidoviç Skoroxodovla əlaqə yaranmış və fikir mübadiləsi aparılmışdır.
13	Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı (əgər varsa)
14	Sərgilərdə iştirak (əgər baş tutubsa)
15	Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi (əgər baş tutubsa)
16	Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. (məlumatı tam şəkildə göstərməlidir)

**SİFARIŞÇI:**  
**Elmin İnkişafı Fondu**

**İCRAÇI:**

**Baş məsləhətçi**  
**Daşdəmirova Xanım Faiq qızı**

**Layihə rəhbəri**  
**Əfəndiyev Rakib Feyruz oğlu**

\_\_\_\_\_  
(imza)

“ \_ ” \_\_\_\_\_ 20\_-ci il

\_\_\_\_\_  
(imza)

“ \_ ” \_\_\_\_\_ 20\_-ci il