



AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA ELMİN İNKİŞAFI FONDU

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun
Elmi-tədqiqat layihələri üzrə əsas qrant müsabiqəsinin
(EIF-ETL-2020-2(36)) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə

YEKUN ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Klassik və kvant mexanikasının bəzi məsələlərində spektral nəzəriyyənin və qeyri-harmonik Furye analizinin metodları**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Hüseynli Əli Abbas oğlu**

Qrantın məbləği: **60 000 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF-ETL-2020-2(36)-16/04/1-M-04**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **23 fevral 2021 – ci il**

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

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 mart 2021-ci il– 01 mart 2022-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 üzrə cari rübdə aşağıdakı elmi işlər yerinə yetirilmişdir:

1) Minimal simmetrik operatorun əvvəlki fəzadan daha geniş fəzaya çıxmaqla öz-özünə qoşma genişlənmələri öyrənilməsi nəzərdə tutulur. İkinci tərtib diferensial operator tənlik üçün sərhəd şərtlərindən biri spektral parametrdən asılı Herqlotz-Nevanlinna tip funksiya saxlayan sərhəd məsələsinə uyğun operatorun fəzadan çıxmaqla öz-özünə qoşma genişlənməsi təyin edilmiş, həmin öz-özünə qoşma operatorun spektrinin təbiəti və asimptotikası öyrənilmiş və requlyarlaşmış iz hesablanmışdır;

2) Dördüncü tərtib diferensial operator tənlik üçün sərhəd şərtlərindən ikisinə spektral parametr xətti daxil olan məsələyə uyğun minimal simmetrik operatorun fəzadan çıxmaqla öz-özünə genişlənmə operatorlarının varlığı üçün zəruri şərtlər verilmiş, bu operatorların diskret spektrə malik olması və rezolventlərinin fon Neyman Şetten sinfindən olmaları üçün zəruri şərtlər

verilmişdir;

3) Eksponent tip sistemin kvadratı ilə cəmlənən funksiyaların Hilbert fəzasında freym sistem təşkil etməsi öyrənilmiş, bunun üçün parametr üzərinə zəruri və kafi şərt tapılmışdır;

4) Separabel olmayan Banax fəzalarında qeyri-hesabi vektorlar sisteminin Bessel, Hilbert sistemlik xassələri araşdırılmışdır.

5) İkinci tərtib diferensial operator tənlik üçün sərhəd şərtlərindən biri spektral parametrin Herqlotz-Nevanlinna funksiyasını saxlayan sərhəd məsələsinə uyğun operatorun fəzadan çıxmaqla öz-özünə qoşma genişlənməsi təyin edilmiş, həmin öz-özünə qoşma operatorun spektrinin diskretliyi isbat edilmiş, məxsusi ədədlərin paylanma funksiyasının və özlərinin asimptotikası öyrənilmiş və birinci requlyarlaşmış izi hesablanmışdır;

6) Dördüncü tərtib diferensial operator tənlik üçün sərhəd şərtlərindən ikisinə xətti şəkildə spektral parametr və qeyri-məhdud müsbət müəyyən operator daxil olan spektral məsələyə baxılmışdır. Məsələyə uyğun minimal simmetrik operatorun fəzadan çıxmaqla öz-özünə genişlənmə operatorlarının varlığı üçün zəruri şərtlər verilmiş, bu operatorların diskret spektrə malik olması və rezolventlərinin fon Neyman Şetten sinfindən olmaları üçün zəruri şərtlər verilmişdir;

7) İxtiyari təbiətli spektrə malik genişlənmələrin olmaları üçün zəruri və kafi şərtlər verilmişdir;

8) Diskret spektrli genişlənmələrin məxsusi ədədləri üçün asimptotik düstur alınmışdır;

9) Separabel olmayan Banax fəzalarında qeyri hesabi Bessel, Hilbert sistemləri, freymilər və Riss bazisləri anlayışları verilmiş, onların kriteriyaları isbat edilmiş və bəzi xassələr öyrənilmişdir.

10) X kompakt metrik fəzasında təyin olunmuş həqiqi qiymətli kəsilməz funksiyaların $C(X)$ cəbrinin iki qapalı A_1 və A_2 alt cəbrlərinin $A_1 + A_2$ cəminin elementləri vasitəsilə $\forall f \in C(X)$ elementinin ən yaxşı yaxınlaşması öyrənilir. Bu zaman ən yaxşı yaxınlaşma elementinin xarakterizasiyası üçün Çebişev tipli teorem isbat olunur.

11) Banax funksional fəzalarda Korovkin tipli teoremlərin analoqları öyrənilmişdir. Banax funksional fəzasında sürüşmə operatoru vasitəsi ilə alt fəza təyin edilir. Bu alt fəzada sonzuz differensiillənən finit funksiyalar çoxluğunun sıxlığı isbat edilir. Banax funksional fəzaların sürüşmə operatorunun döğürdüğü alt fəzalarda Korovkin teoremlərinin analoqları isbat edilir. Alınan nəticələrdən istifadə etməklə həm rearrangement-invariant Banax funksional fəzalarda həm də ümumi halda Kontoroviç polinomu üçün Korovkin teoremlərinin analoqları isbat edilmişdir və konkret olaraq Lebeq fəzalarına, qrand Lebeq fəzalarına, Morri fəzalarına, onların çəkili hallarına və Orliç fəzalarına tətbiq olunmuşdur.

12) Bir sinif üçüncü tərtib diferensial tənlik üçün qarışıq məsələnin ümumiləşmiş həlli $B_{p,p,T}^{2+\frac{\alpha_p}{p}, 1+\frac{\alpha_p}{p}}$,

$1 < p < +\infty, \alpha_p = \max\{p - 2; 0\}$ fəzasında tədqiq olunmuşdur. Burada $B_{p,p,T}^{2+\frac{\alpha_p}{p}, 1+\frac{\alpha_p}{p}}$ fəzasında məsələnin ümumiləşmiş həllinin tərfi verilmiş və ümumiləşmiş həllin varlığı və yeganəliyi haqqında teoremlər isbat edilmişdir.

2

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

95%

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

Hesabat dövründə aşağıdakı elmi nəticələr alınmışdır:

1) Hesabat dövründə separabel olmayan Banax fəzalarında qeyri hesabi Bessel, Hilbert sistemlərinin və Riss bazislərinin bəzi xassələri öyrənilmişdir, o cümlədən, qrand Lebeq fəzalarında Riesz teoreminin analoqu alınmışdır. Separabel olmayan Banax fəzalarında qeyri hesabi şərtsiz bazisin əmsallar fəzasına nəzərən qeyri hesabi Bessel və Hilbert sistemlərinin kriteriyaları isbat edilmişdir.

2) $E_n^\alpha = \{e^{i(n+\alpha \text{sign}(n))t}\}_{n \in \mathbb{Z}}$ eksponent sisteminin $\alpha \in (-\infty, +\infty)$ olduqda $L_2(-\pi, \pi)$ fəzasında Hilbert freymliyi öyrənilmişdir. İndiyə qədər bu sistemin freymliyi $\alpha \in (-\frac{1}{4}, \frac{1}{4})$ olduqda məlum idi. Müəyyən edilmişdir ki, E_n^α sisteminin $L_2(-\pi, \pi)$ fəzasında Hilbert freym ardıcılığı təşkil etməsi üçün zəruri və kafi şərt $2\alpha - \frac{1}{2} \notin \mathbb{Z}$ olmasıdır, burada \mathbb{Z} -tam ədədlər çoxluğu, α - həqiqi

parametr $\text{sign}(n) = \begin{cases} 1, & n \geq 0 \\ -1, & n < 0 \end{cases}$. Bundan əlavə, bu halda sistemin defekti $\left[2\alpha - \frac{1}{2}\right]$ -ə bərabər olur,

harada ki, $[\cdot]$ - tam hissə işarəsidir. Qeyd edək ki, məşhur "Kadetsin $\frac{1}{4}$ teoremi" E_n^α sisteminin $L_2(-\pi, \pi)$ fəzasında Riesz bazisliyini araşdırır, burada isbat edilən teoremdə isə baxılan sistemin freymlik xassəsi α parametrinin bütün həqiqi qiymətlərində araşdırılır.

3) İkinci tərtib diferensial operator tənlik üçün sərhəd şərtində spektral parametrin rasiyal funksiyası daxil olan halda daha geniş fəzada təyin edilmiş öz-özünə qoşma genişlənmə operatorunun spektrinin asimptotikası və izi düsturları alınmışdır. Sərhəd şərti spektral parametrdən xətti asılı olan məsələlər əvvəl öyrənilmişdir.

4) Layihədə dördüncü tərtib diferensial operator tənlik üçün sərhəd şərtinə qeyri-məhdud operator və xətti şəkildə spektral parameter daxil olan sərhəd məsələsinə baxılmış və baxılan məsələyə uyğun diskret spektrə malik öz-özünə qoşma genişlənmələrin təsviri verilmişdir.

5) İkinci tərtib diferensial operator tənlik üçün baxılan spektral məsələ tam həll edilmişdir.

6) İkinci tərtib operator diferensial tənlik üçün sərhəd şərtində spektral parametrin rasiyal funksiyası daxil olan halda daha geniş fəzada təyin edilmiş öz-özünə qoşma genişlənmə operatorunun spektrinin asimptotikası və izi düsturları alınmışdır. Sərhəd şərti spektral parametrdən xətti asılı olan qeyri məhdud operator əmsallı diferensial tənlik üçün məsələlər əvvəl öyrənilmişdir. Layihədə baxılan məsələdə qeyri məhdud operator əmsallı diferensial tənlik üçün ilk dəfə olaraq sərhəd şərti spektral parametrin rasiyal funksiyasını saxlayan hala baxılır. Layihədə dördüncü tərtib diferensial operator tənlik üçün sərhəd şərtinə qeyri-məhdud operator və xətti şəkildə spektral parameter daxil olan sərhəd məsələsinə baxılmış və ilk dəfə baxılan məsələyə uyğun tənliyin baxıldığı fəzadan yeni daha geniş düz cəm fəzasında məsələyə uyğun minimal simmetrik operatorun və onun öz-özünə qoşma genişlənmələrinin təyin oblastlarının təsviri verilmiş (öz-özünə qoşma genişlənmələrin varlığı üçün zəruri və kafi şərt verilmiş), diskret spektrə və kəsilməz spektrə malik genişlənmələrin varlığı üçün və rezolventi Neyman-Şetten sinfindən olan genişlənmələrin varlığı üçün zəruri və kafi şərtlər verilmişdir. Bir xüsusi halda diskret spektrə malik bir öz-özünə qoşma genişlənməsinin spektrinin asimptotikası üçün asimptotik düstur alınmışdır;

7) Separabel olmayan Hilbert fəzalarında bixətti inikasların doğurduğu qeyri hesabi Bessel sistemləri öyrənilmişdir. Separabel olmayan Hilbert fəzalarında qeyri hesabi b-Bessel sistemi anlayışı verilmiş və onun üçün zəruri və kafi şərt isbat edilmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, separabel olmayan Hilbert fəzalarında hesabi Bessel sistemləri və freymlər əvvəl öyrənilmişdir. Bizim aldığımız nəticələr qeyri-hesabi Bessel sistemləri üçün məlum nəticələrin ümumiləşmələridir;

8) Separabel olmayan Banax fəzalarında qeyri-hesabi Bessel, Hilbert sistemləri, freymlər və Riss bazisləri öyrənilmişdir. Belə ki, separabel olmayan Banax fəzalarında əvvəlcə qeyri-hesabi Bessel, Hilbert sistemləri, freymlər və Riss bazisləri anlayışları verilmiş, onların kriteriyaları və bəzi xassələri isbat edilmiş və aralarındakı əlaqələr öyrənilmişdir;

9) Qeyri-standart grand-Lebeq və grand-Sobolev fəzalarında Riss tip potensiala baxılmışdır. Lebeq və Sobolev fəzalarına aid klassik faktlar bu hala köçürülmüşdür. İsbat olunmuş xassələr grand-Sobolev fəzalarında elliptik tip tənliklər üçün sərhəd məsələlərinin həll olunma suallarının öyrənilməsində mühüm rol oynayır

10) Məlumdur ki, parçada ixtiyari kəsilməz funksiyaya bu parçada dərəcəsi n –i aşmayan ən yaxşı yaxınlaşma (müntəzəm norma mənasında) çoxhədliyi var. Bu çoxhədlinin xarakterizasiyası üçün Çebişev alternansı adlanan məşhur teorem mövcuddur. Təbii sual yaranır ki, əgər parça əvəzinə ixtiyari kompakt metrik fəza götürülsə, bu teoremin analoqunu bu halda da almaq mümkündürmü? Bu istiqamətdə aldığımız nəticə ən yaxşı yaxınlaşmanı baxılan ümumi halda xarakterizə edir. Tutaq ki, X kompakt metrik fəzadır, $C(X) - X$ -da təyin olunmuş həqiqi qiymətli funksiyaların Banax fəzasıdır, A_1 və A_2 sabitləri özündə saxlayan $C(X)$ -in qapalı altcəbrləridir. Verilmiş $f \in C(X)$ funksiyasının $A_1 + A_2$ -nin elementləri vasitəsilə approksimasiyasına baxılır. $u_0 \in A_1 + A_2$ elementi üzərinə

$$\|f - u_0\| = \inf_{u \in A_1 + A_2} \|f - u\|$$

bərabərliyini təmin edən zəruri və kafi şərt tapılır. Burada $\|\cdot\|$ $C(X)$ fəzasının standard (müntəzəm) normasını işarə edir. Qeyd edək ki, xüsusi hallarda, A_i cəbrləri birdəyişənli funksiyalar cəbri, ridge funksiyalar cəbri, radial funksiyalar cəbri götürülə bilər. Bu zaman aldığımız nəticələr daha əvvəl bu istiqamətdə alınan nəticələri ümumiləşdirir. İsbat etdiyimiz xarakterizasiya teoremi məhz alternans şəklində ifadə olunur.

11) Çəkili grand Lebeq fəzalarında Korovkin tipli teoremlərin analoqları öyrənilmişdir.

12) Banax funksional fəzalarda Korovkin tipli teoremlərin analoqları öyrənilmişdir. Bu nəticələrdən istifadə etməklə həm rearrangement-invariant Banax funksional fəzalarda həm də ümumi halda Kontoroviç polinomları üçün Korovkin teoremlərinin analoqları isbat edilmişdir və konkret olaraq Lebeq fəzalarında, grand Lebeq fəzalarında, Morri fəzalarında, onların şəkili hallarında və Orlic fəzalarında nəticələr alınmışdır.

13) Bir sinif üçüncü tərtib diferensial tənlik üçün qarışıq məsələnin ümumiləşmiş həlli $B_{p,p,T}^{2+\frac{\alpha_p}{p}, 1+\frac{\alpha_p}{p}}$, $1 < p < +\infty$, $\alpha_p = \max\{p - 2; 0\}$ fəzasında tədqiq olunmuşdur. Burada $B_{p,p,T}^{2+\frac{\alpha_p}{p}, 1+\frac{\alpha_p}{p}}$ fəzasında məsələnin ümumiləşmiş həllinin tərfi verilmiş və ümumiləşmiş həllin varlığı və yeganəliyi haqqında teoremlər isbat edilmişdir. Qeyd edək ki, alınmış nəticələr $p \geq 2$ halı üçün uyğun məlum nəticələrin ümumiləşməsidir.

14) Sərhəd şərtinə spektral parametr daxil olan bir sinif kəsilən diferensial operatorların məxsusi funksiyalar sisteminin ümumi Makenhoupt şərtini ödəyən şəkli qrand Lebeq $G_{p),p} \oplus C$ fəzalarında bazisliyi isbat edilmişdir. Bu məsələ çəkili adı Lebeq fəzalarında qüvvət çəki halında əvvəl öyrənilmişdir.

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) (*surətlərini kağız üzərində və CD şəkildə əlavə etməli!*)

Dərc Olunmuş məqalələr:

- 1) Bilalov B.T., Ismailov M.I., Kasumov Z.A., On solvability of one class third order differential equations, Ukrainsky Matematychny Zhurnal, v. 73, № 3, 2021, 314-328.
- 2) Y. Zeren, M. Ismailov, and C. Karacam, The Analogs of Korovkin theorems in Banach Function spaces, Positivity, **26**, 28 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11117-022-00897-y>.
- 3) M.I. Ismailov, S.I. Jafarova, Applying the Fourier Method to Solve One Class of Third Order Differential Equations in Banach Spaces, Azerbaijan Journal of Mathematics, V. 12, No 1, 2022, 195-210.

Çapa qəbul edilmiş məqalələr:

- 1) Заур Алияр оглы Касумов, Нигяр Рахиб кызы Ахмедзаде, О некоторых свойствах потенциала Рисса в пространствах гранд Лебега и гранд-Соболева. "Труды Московского математического общества", 2022
- 2) H. Mustafayev, A. Huseynli, A-Ergodisity of convolution operators in group algebras, Functional analysis and its applications, 2022
- 3) Ismailov M.I., On uncountable frames and Riesz Bases in Nonseparable Banach Spaces, Sahand Communications in Mathematical Analysis, 2022

Çapa göndərilmiş məqalələr:

- 1) Rashid A. Aliev, Aynur F. Huseynli, Aynur N. Ahmadova, Boundedness of Discrete Hilbert Transform on Orlicz sequence spaces, 2021
- 2) Aida Asgarova, Ali Huseynli, Vugar İsmailov, A Chebyshev type alternation theorem for best approximation by a sum of two algebras, Bulletin des sciences mathématiques, 2021

Konfrans materialları:

- 1) M.İ. İsmayılov, C.E. Babayev, Qrand Lebeq fəzalarının funksiyalarının ortoqonal sistem üzrə Furiye əmsallar çoxluğu haqqında, Azərbaycanın Ümummilli Lideri Heydər Əliyevin

anadan olmasının 98-cı il dönümünə həsr olunmuş “Riyaziyyat və mexanikanın aktual problemləri” adlı Respublika elmi konfransının materialları, Bakı, 24-25 may, 2021, səh. 53-54.

- 2) М.И.Исмаилов, Л.С.Фаталиева, О К-фреймах, порожденных билинейными отображениями, Azərbaycanın Ümummilli Lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 98-cı il dönümünə həsr olunmuş “Riyaziyyat və mexanikanın aktual problemləri” adlı Respublika elmi konfransının materialları, Bakı, 24-25 may, 2021, səh. 157.
- 3) М.И.Исмаилов, Н.Г.Гасанова, О некоторых свойствах класса гранд Харди, Azərbaycanın Ümummilli Lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 98-cı il dönümünə həsr olunmuş “Riyaziyyat və mexanikanın aktual problemləri” adlı Respublika elmi konfransının materialları, Bakı, 24-25 may, 2021, səh. 156.
- 4) Y. Zeren, M. Ismailov and F. Sirin, On the basis property of a system of eigenfunctions of a discontinuous second-order differential operator in a weighted grand Lebesgue spaces, 4th International E-Conference on Mathematical Advances and Applications, May 26-29, 2021, Istanbul, Turkey, 141.
- 5) Y. Zeren , M. Ismailov, and C. Karacam, Analogs of Korovkin theorems and their statistical versoins in weighted grand Lebesgue spaces, 4th International E-Conference on Mathematical Advances and Applications, May 26-29, 2021, Istanbul, Turkey, 142.
- 6) M. I. Ismay;lov, C.E. Babayev, I_p) fəzasının bəzi xassələri, Azərbaycanın Ümummilli Lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 98-cı il dönümünə həsr olunmuş “Riyaziyyat və mexanikanın aktual problemləri” adlı Respublika elmi konfransının materialları, Bakı, 24-25 may, 2021, səh. 156.

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)
Layihə üzrə ezamiyyət nəzərdə tutulmayıb

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)
(burada doldurmalı)

10 Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar, komplektləşdirmə məmulatları

11 Yerli həmkarlarla əlaqələr

	Bakı Dövlət Universitetinin "Funksiyalar nəzəriyyəsi və funksional analiz" kafedrasının və Riyaziyyat və Mexanika İnstitutunun "Qeyri-harmonik analiz" şöbəsinin həmkarları ilə layihənin nəticələri ilə bağlı mütəmadi müzakirələr aparılır.
12	Xarici həmkarlarla əlaqələr
	Türkiyə Cümhuriyyəti, Yıldız Teknik Universitetinin Riyaziyyat bölümünün əməkdaşları ilə müzakirələr aparılmış və həmin bölümün seminarında layihə mövzusu ilə bağlı çıxışlar edilmişdir.
13	Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı (əgər varsa)
	<i>1202.01-"Analiz və funksional analiz" ixtisası üzrə "Bixətti inikasların doğurduğu freym sistemlərinin bəzi məsələləri və onların tətbiqləri" mövzusunda riyaziyyat elmləri doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim olunmuş dissertasiya işinin müdafiəsi keçirilmişdir (29.10.2021). Layihə iştirakçısı Miqdad İsmayılovun Yıldız Texniki Universitetinin doktorantına rəhbərlik etməyinə icazə verilmişdir.</i>
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 göstərilməlidir)

SİFARİŞÇİ:

Elmin İnkişafı Fondu

Baş məsləhətçi

Daşdəmirova Xanım Faiq qızı

(imza)

" __ " _____ 20_-ci il

İCRAÇI:

Layihə rəhbəri

Hüseynli Əli Abbas oğlu

(imza)

" __ " _____ 20_-ci il



**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA
ELMİN İNKİŞAFI FONDU**

MÜQAVİLƏYƏ ƏLAVƏ

**Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun
Elmi-tədqiqat layihələri üzrə əsas qrant müsabiqəsinin
(EIF-ETL-2020-2(36)) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə**

**ALINMIŞ NƏTİCƏLƏRİN ƏMƏLİ (TƏCRÜBİ) HƏYATA KEÇİRİLMƏSİ
VƏ LAYİHƏNİN NƏTİCƏLƏRİNDƏN GƏLƏCƏK TƏDQIQATLARDƏ
İSTİFADƏ PERSPEKTİVLƏRİ HAQQINDA
MƏLUMAT VƏRƏQİ**

(Qaydalar üzrə Əlavə 16)

Layihənin adı: **Klassik və kvant mexanikasının bəzi məsələlərində spektral nəzəriyyənin və qeyri-harmonik Furye analizinin metodları**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Hüseynli Əli Abbas oğlu**

Qrantın məbləği: **60 000 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF-ETL-2020-2(36)-16/04/1-M-04**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **23 fevral 2021 – ci il**

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

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 mart 2021-ci il– 01 mart 2022-ci il**

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

Layihənin nəticələrinin əməli (təcrübi) həyata keçirilməsi

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

- Separabel olmayan Banax fəzalarında qeyri hesabi Bessel, Hilbert sistemlərinin və Riss bazislərinin bəzi xassələri öyrənilmişdir, o cümlədən, grand Lebeq fəzalarında Riesz teoreminin analoqu alınmışdır. Separabel olmayan Banax fəzalarında qeyri hesabi şərtsiz bazisin əmsallar fəzasına nəzərən qeyri hesabi Bessel və Hilbert sistemlərinin kriteriyaları isbat edilmişdir.

- $E_n^\alpha = \{e^{i(n+\alpha \text{sign}(n))t}\}_{n \in \mathbb{Z}}$ eksponent sisteminin $\alpha \in (-\infty, +\infty)$ olduqda $L_2(-\pi, \pi)$ fəzasında Hilbert freymliyi öyrənilmişdir. İndiyə qədər bu sistemin freymliyi $\alpha \in (-\frac{1}{4}, \frac{1}{4})$ olduqda məlum idi. Müəyyən edilmişdir ki, E_n^α sisteminin $L_2(-\pi, \pi)$ fəzasında Hilbert freym ardıcılığı təşkil etməsi üçün zəruri və kafi şərt $2\alpha - \frac{1}{2} \notin \mathbb{Z}$ olmasıdır, burada \mathbb{Z} -tam ədədlər çoxluğu, α - həqiqi parametr $\text{sign}(n) = \begin{cases} 1, & n \geq 0 \\ -1, & n < 0 \end{cases}$. Bundan əlavə, bu halda sistemin defekti $[2\alpha - \frac{1}{2}]$ -ə bərabər olur, harada ki, $[\cdot]$ - tam hissə işarəsidir. Qeyd edək ki, məşhur "Kadetsin $\frac{1}{4}$ teoremi" E_n^α sisteminin $L_2(-\pi, \pi)$ fəzasında Riesz bazisliyini araşdırır, burada isbat edilən teoremdə isə baxılan sistemin freymlik xassəsi α parametrinin bütün həqiqi qiymətlərində araşdırılır.

- İkinci tərtib diferensial operator tənlik üçün sərhəd şərtində spektral parametrin rasiyal funksiyası daxil olan halda daha geniş fəzada təyin edilmiş öz-özünə qoşma genişlənmə operatorunun spektrinin asimptotikası və izi düsturları alınmışdır. Sərhəd şərti spektral parametrdən xətti asılı olan məsələlər əvvəl öyrənilmişdir.

- Layihədə dördüncü tərtib diferensial operator tənlik üçün sərhəd şərtinə qeyri-məhdud operator və xətti şəkildə spectral parameter daxil olan sərhəd məsələsinə baxılmış və baxılan məsələyə uyğun diskret spektrə malik öz-özünə qoşma genişlənmələrin təsviri verilmişdir.

- İkinci tərtib diferensial operator tənlik üçün baxılan spektral məsələ tam həll edilmişdir.

- İkinci tərtib operator diferensial tənlik üçün sərhəd şərtində spektral parametrin rasiyal funksiyası daxil olan halda daha geniş fəzada təyin edilmiş öz-özünə qoşma genişlənmə operatorunun spektrinin asimptotikası və izi düsturları alınmışdır. Sərhəd şərti spektral parametrdən xətti asılı olan qeyri məhdud operator əmsallı diferensial tənlik üçün məsələlər əvvəl öyrənilmişdir. Layihədə baxılan məsələdə qeyri məhdud operator əmsallı diferensial tənlik üçün ilk dəfə olaraq sərhəd şərti spektral parametrin rasiyal funksiyasını saxlayan hala baxılır. Layihədə dördüncü tərtib diferensial operator tənlik üçün sərhəd şərtinə qeyri-məhdud operator və xətti şəkildə spektral parameter daxil olan sərhəd məsələsinə baxılmış və ilk dəfə baxılan məsələyə uyğun tənliyin baxıldığı fəzadan yeni daha geniş düz cəm fəzasında məsələyə uyğun minimal simmetrik operatorun və onun öz-özünə qoşma genişlənmələrinin təyin oblastlarının təsviri verilmiş (öz-özünə qoşma genişlənmələrin varlığı üçün zəruri və kafi şərt verilmiş), diskret spektrə və kəsilməz spektrə malik genişlənmələrin varlığı üçün və rezolventi Neyman-Şetten sinfindən olan genişlənmələrin varlığı üçün zəruri və kafi şərtlər verilmişdir. Bir xüsusi halda diskret spektrə malik bir öz-özünə qoşma genişlənməsinin spektrinin asimptotikası üçün asimptotik düstur alınmışdır;

- Separabel olmayan Hilbert fəzalarında bixətti inikasların doğurduğu qeyri hesabi Bessel sistemləri öyrənilmişdir. Separabel olmayan Hilbert fəzalarında qeyri hesabi b-Bessel sistemi anlayışı verilmiş və onun üçün zəruri və kafi şərt isbat edilmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, separabel olmayan Hilbert fəzalarında hesabi Bessel sistemləri və freymlər əvvəl öyrənilmişdir. Bizim aldığımız nəticələr qeyri-hesabi Bessel sistemləri üçün məlum nəticələrin ümumiləşmələridir;

- Separabel olmayan Banax fəzalarında qeyri-hesabi Bessel, Hilbert sistemləri, freymlər və Riss bazisləri öyrənilmişdir. Belə ki, separabel olmayan Banax fəzalarında əvvəlcə qeyri-hesabi Bessel, Hilbert sistemləri, freymlər və Riss bazisləri anlayışları verilmiş, onların kriteriyaları və bəzi xassələri isbat edilmiş və aralarındakı əlaqələr öyrənilmişdir;

- Qeyri-standart grand-Lebeq və grand-Sobolev fəzalarında Riss tip potensiala baxılmışdır. Lebeq və Sobolev fəzalarına aid klassik faktlar bu hala köçürülmüşdür. İsbat olunmuş xassələr grand-Sobolev fəzalarında elliptik tip tənliklər üçün sərhəd məsələlərinin həll olunma suallarının öyrənilməsində mühüm rol oynayır

- Məlumdur ki, parçada ixtiyari kəsilməz funksiyaya bu parçada dərəcəsi n -i aşmayan ən yaxşı yaxınlaşma (müntəzəm norma mənasında) çoxhədlisi var. Bu çoxhədlinin xarakterizasiyası üçün Çebişev alternansı adlanan məşhur teorem mövcuddur. Təbii sual yaranır ki, əgər parça əvəzinə ixtiyari kompakt metrik fəza götürülsə, bu teoremin analogunu bu halda da almaq mümkündürmü? Bu istiqamətdə aldığımız nəticə ən yaxşı yaxınlaşmanı baxılan ümumi halda xarakterizə edir. Tutaq ki, X kompakt metrik fəzadır, $C(X) - X$ -da təyin olunmuş həqiqi qiymətli funksiyaların Banax fəzasıdır, A_1 və A_2 sabitləri özündə saxlayan $C(X)$ -in qapalı altcəbrləridir. Verilmiş $f \in C(X)$ funksiyasının $A_1 + A_2$ -nin elementləri vasitəsilə approksimasiyasına baxılır. $u_0 \in A_1 + A_2$ elementi üzərinə

$$\|f - u_0\| = \inf_{u \in A_1 + A_2} \|f - u\|$$

bərabərliyini təmin edən zəruri və kafi şərt tapılır. Burada $\|\cdot\|_{C(X)}$ fəzasının standard (müntəzəm) normasını işarə edir. Qeyd edək ki, xüsusi hallarda, A_i cəbrləri birdəyişənli funksiyalar cəbri, ridge funksiyalar cəbri, radial funksiyalar cəbri götürülə bilər. Bu zaman aldığımız nəticələr daha əvvəl bu istiqamətdə alınan nəticələri ümumiləşdirir. İsbat etdiyimiz xarakterizasiya teoremi məhz alternans şəklində ifadə olunur.

- Çəkili grand Lebeq fəzalarında Korovkin tipli teoremlərin analogları öyrənilmişdir.

- Banax funksional fəzalarda Korovkin tipli teoremlərin analogları öyrənilmişdir. Bu nəticələrdən istifadə etməklə həm rearrangement-invariant Banax funksional fəzalarda həm də ümumi halda Kontoroviç polinomları üçün Korovkin teoremlərinin analogları isbat edilmişdir və konkret olaraq Lebeq fəzalarında, grand Lebeq fəzalarında, Morri fəzalarında,

onların şəkilli hallarında və Orliç fəzalarında nəticələr alınmışdır.

- Bir sinif üçüncü tərtib diferensial tənlik üçün qarışıq məsələnin ümumiləşmiş həlli $B_{p,p,T}^{2+\frac{\alpha_p}{p},1+\frac{\alpha_p}{p}}$, $1 < p < +\infty, \alpha_p = \max\{p - 2; 0\}$ fəzasında tədqiq olunmuşdur. Burada $B_{p,p,T}^{2+\frac{\alpha_p}{p},1+\frac{\alpha_p}{p}}$ fəzasında məsələnin ümumiləşmiş həllinin tərfi verilmiş və ümumiləşmiş həllin varlığı və yeganəliyi haqqında teoremlər isbat edilmişdir. Qeyd edək ki, alınmış nəticələr $p \geq 2$ halı üçün uyğun məlum nəticələrin ümumiləşməsidir.

- Sərhəd şərtinə spektral parametrlə daxil olan bir sinif kəsilməz diferensial operatorların məxsusi funksiyalar sisteminin ümumi Makenhoupt şərtini ödəyən şəkilli grand Lebeq $G_{p,\rho} \oplus C$ fəzalarında bazisliyi isbat edilmişdir. Bu məsələ çəkili adı Lebeq fəzalarında qüvvət çəki halında əvvəl öyrənilmişdir.

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 sisteminə 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)

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)

Layihədə alınmış nəticələr nəzəri xarakter daşıyır. Alınmış nəticələr aproksimasiya və diferensial operatorların spektral nəzəriyyələri, o cümlədən harmonik analiz sahələrində əhəmiyyət daşıyır.

SİFARIŞÇI:

Elmin İnkişafı Fondu

İCRAÇI:

Baş məsləhətçi

Daşdəmirova Xanım Faiq qızı

Layihə rəhbəri

Hüseynli Əli Abbas oğlu

(imza)

“ _ ” _____ 20_ -ci il

(imza)

“ _ ” _____ 20_ -ci il



**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA
ELMİN İNKİŞAFI FONDU**

MÜQAVİLƏYƏ ƏLAVƏ

**Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun
Elmi-tədqiqat layihələri üzrə əsas qrant müsabiqəsinin
(EIF-ETL-2020-2(36)) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə**

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

Layihənin adı: **Klassik və kvant mexanikasının bəzi məsələlərində spektral nəzəriyyənin və qeyri-harmonik Furye analizinin metodları**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Hüseynli Əli Abbas oğlu**

Qrantın məbləği: **60 000 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF-ETL-2020-2(36)-16/04/1-M-04**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **23 fevral 2021 – ci il**

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

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 mart 2021-ci il– 01 mart 2022-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	göndərilmiş
1.	Monoqrafiyalar			
	həmçinin, xaricdə çap olunmuş			
2.	Məqalələr	3	3	2
		2	3	2

	həmçinin xarici nəşrlərdə			
3.	Konfrans materiallarında məqalələr O cümlədən, beynəlxalq konfrans materiallarında	6		
4.	Məruzələrin tezisləri həmçinin, beynəlxalq tədbirlərin toplusunda			
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 (plenary, dəvətli, şifahi, divar)	Sayı
1.	AMEA Riyaziyyat və Mexanika İnstitutunun seminarlarında məruzələr	Ölkədaxili	Dəvətli	3
2.	Türkiyə Cümhuriyyəti, Yıldız Teknik Universitetinin Riyaziyyat bölümündə məruzə	regional	Dəvətli	2
3.				

SİFARIŞÇI:

İCRAÇI:

Elmin İnkişafı Fondu

Baş məsləhətçi
Daşdəmirova Xanım Faiq qızı

(imza)
“ _ ” _____ 20_-ci il

Layihə rəhbəri
Hüseynli Əli Abbas oğlu

(imza)
“ _ ” _____ 20_-ci il