



AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA ELMİN İNKİŞAFI FONDU

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun
“Elm-Təhsil-Sənaye” məqsədli qrant müsabiqəsinin
(EIF/MQM/ETS-2020-1(35)) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə aralıq
(rüblük olaraq 1-ci mərhələ)

ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Lodka-Volter**, istifadəçi və resurs, silahlanma sürətinin tədqiqi üçün Riçardson xətti və balıqların populyasiyası qeyri-xətti modellərin ümumiləşdirilməsi və onun sənayedə eyni təyinatlı müəssisələr arasındakı rəqabət və kofliktlərin tətbiqi üçün məlum qeyri-xətti modellə müqayisəsi və bu modellərin həllinə hibrid tipli üsulların tətbiqi

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **İbrahimov Vaqif Rza oğlu**

Qrantın məbləği: **200 000 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF-MQM-ETS-2020-1(35)-08/01/1-M-01**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **08 fevral 2021 – ci il**

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

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 mart 2021-ci il – 01 mart 2023-cü il**

Layihənin I mərhələ üzrə (rüb) məbləği: :

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

1 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə cari rübdə yerinə yetirilmiş elmi işlər

(burada doldurulmalı)

Məlumdur ki, bir çox tətbiqi məsələlərin riyazi modeli simmetrik sərhədli inteqrallar vasitəsi ilə ifadə olunur. Bu sahədə ən çox istifadə olunan riyazi məsələlər 2 nöqtə arasındakı məsafənin üzərində qapalı xətlə əhatə olunmuş sahənin, fırlanma fiqurlarının həcmnin simmetrik sərhədli inteqralların hesablanması müxtəlif ixtisasların tanınmış nümayəndələri tərəfindən indi də müvəfəqiyyətlə tədqiq olunur. Müasir dövrdə səs siqnallarının ötürülməsi zamanı məlumatın göndərildiyi formada tələb olunan enerjinin hesablanması seysmik tədqiqatlarda əmələ gələn səs siqnallarının enerjisinin hesablanması, plastik lövhələrdə istilik enerjisinin yayılması və bir çox bu tipli vəsələlərinin həlli simmetrik sərhədli inteqralların hesablanması ilə əldə edilir. Bu tipli inteqralların hesablanması üçün

adətən kvadratur düsturlardan, kollokasiya üsulundan, splayn funksiyasının tətbiqi tərtib olunan üsullardan, kvadratur üsullardan müttəlif modifikasiyalarından istifadə olunur. Qeyd edək ki, kvadratik üsullar tanınmış alimlər tərəfindən tədqiq olunmuşlar. Məlumdur ki, klassik nəzəriyyəyə görə kvadratik üsulun qurulması üçün inteqral altı funksiya müxtəlif interpolyasiya çoxhədlisi ilə əvəz olunduqdan sonra çoxhədlinin inteqralı hesablanır və bu həmin inteqralın təqribi qiyməti kimi qəbul olunur. Beləliklə kvadratik üsulun dəqiqliyi istifadə olunan interpolyasiya çoxhədlisinin meylinədən birbaşa asılıdır. Ən çox istifadə olunan klassik kvadratik üsullar Loqranj və Nyuton interpolyasiya çoxhədlilərindən istifadə etməklə qurulmuşdular. Qeyd edək ki, bu tipli kvadratik üsullar ilk dəfə Nyuton tərəfindən təklif olunmuşdur. Deməli ki, müasir dərs vasitələrinin tərkib hissəsi Nyuton-Kotes düsturu üzərində qurulur. Bütün ixtisasçılar tərəfindən qəbul olunmuşdur ki, kvadratik üsulların dəqiqliyinin tərtibinin quymətlərini yüksəltmək üçün yüksək dəqiqliyə malik interpolyasiya çoxhədlisindən istifadə etmək lazımdır. Bu sahədə yəni daha dəqiq kvadratik üsulların qurulması sahəsində təklif olunan istiqamətlərdən biri kvadratur nöqtəsinin qeyri xətti cəbri tənliklər sisteminin həlli kimi tapılmasıdır. Bu üsullar içərisində ən çox tanınması Qauss üsuludur. Bu üsulunun qurulmasını sadələşdirmək məqsədilə adətən simmetrik sərhədli Fredholm tipli inteqralın hesablanmasına Çebışev tipli üsullar tətbiq edilir. Bəzi müəlliflər daha dəqiq üsul qurmaq üçün Ermit və ya Lejandr çoxhədlisindən istifadə etməyi təklif edirlər. Bu layihənin cari rübündə yuxarıda göstərilən simmetrik sərhədli Volter və Fredholm tipli inteqralların hesablanması üçün yeni üsullar təklif edilirdir. Bu üsulları məlum üsullarla həm nəzəri, həm də model məsələlərin üzərində müqayisə olunmuş və bunların üstün cəhətləri göstərilmişdir. Qeyd edək ki layihənin cari rübündə təklif olunan Qauss üsullarını xatırladır. Lakin bu üsullardan istifadədi üst-üstə düşür. Buna görə də alınmış elmi nəticələr məlum üsullarla müqayisə olunur. Qurulmuş üsullar müəyyən inteqralların hesablanmasına tətbiq oluna bilər. Qeyd edək ki, bu üsullarla müəyyən inteqralların qiymətlərini çox böyük dəqiqliklə heç bir maneəyə rast gəlmədən tapmaq olar. Məlumdur ki bu üsulların uınteqral tənliklərin həllinə tətbiq etsək, onda bu üsulların istifadəsi zamanı bir sıra çətinliklərlə rastlaşırıq. Bu çətinliklərin bizim təklif etdiyimiz proqnoz-korreksiya tipli üsullar vasitəsi ilə aradan qaldırılır. Məlumdur ki çoxaddımlı üsullar adətən aşkar və qeyri aşkar üsullar kimi tədqiq olunur. Üsulların bu çür tədqiq olunması həm nəzəri, həm də praktiki cəhətdən əsaslandırılır. Belə ki, aşkar üsulları qeyri xətti məsələlərə asanlıqla tətbiq etmək olur. Lakin, qeyri aşkar üsulları qeyri xətti məsələlərə tətbiq etdikdə qeyri xətti tənliklərin həlli ilə rastlaşırıq. Və bu tənliklərin həllərinin tapılmasının mürəkkəb olması tədqiqatçılara məlumdur. Obyektivlik xatirinə qeyd edək ki, qeyri aşkar üsulların istifadəsi zamanı alınan nəticə

daha dəqiq olur. Onlara nəzərə alaraq, qeyri aşkar üsulların istifadəsi üçün xüsusi sxem təklif olunmuşdur. Bu zaman üsulun dəqiqliyinin saxlanması nəzərə alınmışdır. Bir çox praktik məsələlərin təqribi həllərinin yüksək dəqiqliklə tapılması məsələsi müasir riyaziyyatın əsas problemlərindən biridir. Layihənin cari rübündə yüksək dəqiqliyə malik çoxaddımlı üsulların qurulması məqsədi ilə 2 tərtibdən istifadə edilən çoxaddımlı üsullardan istifadə olunması cari rübdə nəzərə alınmış və bu tipli sabit əmsallı bir çoxaddımlı üsul qurulmuşdur. Bu üsulun əvvəli üsullara nisbətən daha dəqiq olması sadə misallar üzərində göstərilmiş və ümumi formada isbat olunmuşdur. Təbii ki, hər bir üsulün özünəməxsus çətinlikləri olur. Burada təklif olunan ikinci tərtib çoxaddımlı üsulların da tətbiqi zamanı bəzi çətinliklər yaranır. Belə ki, üsul qeyri aşkar olduqda axtarılan funksiyanın tələb olunan nöqtədəki qiymətinin daha dəqiq hesablanması üçün müxtəlif dəqiqliyə malik dayanıqlı üsulların qurulması zərurəti ilə rastlaşırıq. Buna görə də hibrid üsulları ilə ikinci tərtib törəmədən istifadə edilən çoxaddımlı üsulların kəşfində yerləşən yeni xüsusiyyətlərə malik üsullar qurulmuş, bu üsulların müsbət cəhətləri göstərilmişdir. Beləliklə, cari rübdə yeni xüsusiyyətlərə malik qurulmuş üsulların effektivliyi həm nəzəri, həm də praktiki cəhətdən əsaslandırılmış, onların dəqiqlik dərəcələri üsulların qurulmasında istifadə olunan bölgü nöqtələri vasitəsi ilə qiymətləndirilmiş və üsulların dayanıqlı olmasının, onların yığılması üçün zəruri və kafi olduğu isbat olunmuşdur.

2

Layihənin həyata keçirilməsi üçün planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (cari rüb üçün, faizlə qiymətləndirməli)

(burada doldurmalı)

Simmetrik sərhədli inteqralın geniş tətbiqini nəzərə alaraq layihənin cari rübündə bu inteqralın hesablanması üçün effektiv üsulların qurulması məsələsinə baxılmışdır. Qeyd edək ki effektiv üsul anlayışı ədədi üsullar sinfinə dəqiq riyazi formada tərif olunmuşdur. Adətən effektiv ədədi üsullar dedikdə yüksək dəqiqliyə geniş dayanıqlıq oblastına və inteqral tənliklərin nüvəsinin hər addımda hesablanmasından minimum sayda istifadə edilən ədədi üsullar başa düşülür. Buna görə də layihənin cari rübündə bir çox tətbiqi məsələsinin kəşfən hissələri riyazi formada əsaslandırılmış və nəzərdən keçirilmişdir. Bu üsulların klassik üsullarla müqayisəsi həm nəzəri, həm də model tənliklərin üzərində yerinə yetirilmişdir. Layihədə təklif olunan üsullar çoxaddımlı üsullar sinfinə daxil olduğu üçün onların istifadəsi zamanı bəzi çətinliklərlə qarşılaşırıq. Bu çətinlikləri hibrid tipli yeni xüsusiyyətlərə malik üsullar qurulmuş, bu üsulların məlum üsullardan üstün cəhətləri aşkar şəkildə nümayiş olunmuşdur. Qeyd edək ki, hibrid üsulların qurulması ilə Gauss üsulunun qurulması arasında müəyyən uyğunluq vardır. Bu uyğunluğun tətbiqi vasitəsilə layihənin cari rübündə qurulmuş

üsulların məlum üsullarla nisbətən daha effektiv olduğu konkret üsullar üzərində nümayiş etdirilmişdirş bu üsulların dəqiqliyinin qiymətinin yüksəldilməsinə uyğun olaraq onların istifadəsi də çətinləşir. Bu çətinlikləri aradan qaldırılması məqsədlə yeni xüsusiyyətlərə malik üsullar cari rübdə qurulmuşdur. Qeyd edək ki, simmetrik sərhədli inteqralən hesablanmasə üçün təklif olunan üsullar eyni uğurla Volter tipli inteqro-diferensial tənliklərin həllinə tətbiq oluna bilər. Bunlardan alırıq ki, layihənin cari qübündə alınmış nəticələr daha geniş tədqiqat qrupu üçün maraqlı ola bilərlər. Beləliklə, alırıq ki, layihənin bu etapında nəzərdə tutulmuş elmi işlər tam (100%) yerinə yetirilmişdir.

3 Hesabat dövründə alınmış **elmi nəticələr**, onların yenilik dərəcəsi

(burada doldurmalı)

Məlum olduğu kimi simmetrik sərhədli inteqralən hesablanması ilə bir çox tanınmış alimlər məşğul olmuşdur. Bu üsullarən qurulmasında iki növ yanaşmadan istifadə olunmuşdur. Bunlardan biri inteqral tənliklərə kvadratik üsulların tətbiqi ikinci isə Fredholm tipli simmetrik sərhədli inteqralın həllinin qiymətinin tapılmasına inteqralın hesablanması üçün məlum üsulların tətbiqidir. II istiqamətə uyğun daha dəqiq üsullar adətən Qauss və Çebışev tipli üsullar daxildir. Məlumdur ki, simmetrik sərhədli müəyyən inteqralın hesablanmasına Qauss və ya Çebışev üsulunu tətbiq etdikdə hesabi əməllərin həcmi böyüyür və əməliyyatının yerinə yetirilməsi mürəkkəbləşir. Buna görə də layihənin cari rübündə təklif olunan üsullar sabit əmsallı hibrid tipli çoxaddımlı üsullar kimi qurulmuş və bu üsullar tədqiq olunmuşdur. Belə ki, bu üsulların yığılması üçün zəruri şərtlər tapılmış, üsulun xüsusiyyətlərinin onun əmsallarından asılılıq forması müəyyənləşdirilmiş və daqanıqlı üsulların dəqiqliyinin onların əmsallarından asılılığı tədqiq olunmuşdur. Qeyd edək ki, hibrid üsullar ümumi formada tədqiq olunmamışlar. Buna görə də bu üsulların yığılması üçün kafi şərtlər müəyyənləşdirilmiş və bu üsulların qurulmasında istifadə olunan kəmiyyətlərin qiymətləri ilə üsulların dəqiqliyi arasındakı münasibət tapılmış və o, tam sürətdə tədqiq olunmuşdur.

Beləliklə, hesabat dövründə alınmış nəticələr 100% yenidir və onlar tətbiqi məsələlərin həllinə tətbiq oluna bilərlər.

4 Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı istifadə olunan üsul və yanaşmalar

(burada doldurmalı)

Qeyd edək ki, təklif olunan üsul və yanaşmalar yenidir.

5 Layihə üzrə elmi nəşrlər (məqalələr, monoqrafiyalar, icmaller, konfrans materialları, tezislər) (dərc olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə) *(sürətlərini əlavə etməli!)*

(burada doldurulmalı)

Vagif Ibrahimov and Mehriban Imanova Multistep Methods of the Hybrid Type and Their Application to Solve the Second Kind Volterra Integral Equation. Symmetry 2021, 13, 1087.

<https://doi.org/10.3390/sym13061087>

6 İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər

(burada doldurulmalı)

7 Layihə üzrə ezamiyyətlər

(burada doldurulmalı)

8 Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak

(burada doldurulmalı)

9 Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak

(burada doldurulmalı)

10 Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminarlar, konfranslar, dəyirmi masalar və s. çıxışlar)

(burada doldurulmalı)

11 Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar

(burada doldurulmalı)

12 Yerli həmkarlarla əlaqələr

(burada doldurulmalı)

13 Xarici həmkarlarla əlaqələr

(burada doldurulmalı)

Prof. T.E. SIMOS – Professor Active Member of the European Academy of Sciences and Arts

Prof. Nikos Bardis - Hellenic Military Academy, Greece

Prof. Arieh Iserles - Professor of Numerical Analysis of Differential Equations, Cambridge, United Kingdom

14 Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı

(burada doldurmalı)

15 Sərgilərdə iştirak

(burada doldurmalı)

16 Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi

(burada doldurmalı)

17 Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s.

(burada doldurmalı)

Layihə rəhbərinin imzası

Tarix 07.06.2021

QEYD: bütün hallarda uyğun olan bəndlər doldurulmalıdır.