



AZƏRBAYCAN ELM FONDU

Azərbaycan Elm Fondunun
2022-ci il üçün ƏSAS qrant müsabiqəsinin
(AEF-MCG-2022-1(42)) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə aralıq
(rüblük olaraq 5-ci mərhələ)

ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Bəzi iqtisadi, siyasi və demoqrafik məsələlərinin müqayisəsi və onların ədədi həlli üçün hibrid üsulların qurulması**

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

Layihənin nömrəsi: **AEF-MCG-2022-1(42)-12/04/1-M-04**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **18 may 2023-cü il**

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

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 iyun 2023-cü il - 01 iyun 2025-ci il**

Layihənin V mərhələ üzrə (rüb) məbləği:

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

- 1 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə cari rübdə yerinə yetirilmiş **elmi işlər**
Qeyd edək ki, layihədə tədqiq olunan mövzu demək olar ki, inkişaf etmiş ölkələrdə tətbiqi riyaziyyatın aparıcı istiqamətlərindən biri kimi qəbul edilərək, bir çox elmi mərkəzlərdə geniş tədqiq olunur. Amerikanın bir çox universitetlərində (Pensilvaniya Universiteti, Miçigan Uniuniversiteti və s.), Böyük Britaniyanın bir çox universitetlərində (Mançester Universiteti, Kembric Universiteti, Oksford Universiteti, London Şəhər Universiteti), Cenevrə Universitetində, Nigeriya və Malaziyanın demək olar ki, bütün universitetlərində çox addımlı, çox törəmli üsullar tədqiq olunurlar. Burada qeyd olunanları nəzərə alaraq, layihənin cari rübündə alınan nəticələrin tanınmış elmi mərkəzlərin jurnallarında dərc olunması nəzərdə tutulmuşdur. Yüksək tərtibli adi diferensial tənliklərlə, birinci tərtib adi diferensial tənliklər arasındakı birbaşa əlaqədən istifadə edərək, yüksək tərtib törəmələrdən istifadə edən, çox addımlı çox törəmli üsullar sinfinin bəzi nümayəndələri tədqiq olunmuşlar.
Qeyd edək ki, ədədi üsulların müqayisəsi üçün müəyyən əlamətlər mövcuddur. Bu əlamətlərin köməyi ilə yuxarıda qeyd olunan çox addımlı üsullar müqayisə olunmuş və onların tətbiq

sahələri müəyyənləşdirilmişdir. Burada yüksək dəqiqliyə malik dayanıqlı üsullara üstünlük verilmişdir. Qeyd edək ki, Leonid Eylerdən başlayaraq, tərtib olunan bütün üsulların müqayisəsi üçün istifadə olunan anlayışlar, bu üsulların dayanıqlıq və dəqiqlik anlayışları olmuşdur. Ədədi üsulların tədqiq zamanı məlum oldu ki, bəzi tədqiqatlar üçün bu iki anlayışın köməyi ilə üsulları müqayisə etmək mümkün olmur. Buna görə də, bir çox alimlər bu məqsədlə, ədədi üsulların dayanıqlıq oblastları anlayışından istifadə etməyi təklif etdilər. Ümumiyyətlə, digər üsullar kimi bu üsulların da, müəyyən mənfi cəhətləri məlum oldu. Bu tədqiqatlar dayanıqlıq anlayışının dəqiqləşdirilməsi mövzusunun aktual etdi və bunun nəticəsində A-dayanıqlıq, $A(\alpha)$ -dayanıqlığı, və s. anlayışları yarandı. Layihənin bu rübündə sadə üsulların köməyi ilə bu anlayışları nümayiş etdirərək, onların müsbət xüsusiyyətləri təyin edilmişdir.

Qeyd edək ki, bir çox hallarda üsulların dayanıqlıq oblastlarının genişləndirilməsi üçün proqnoz-korreksiya üsullarından istifadə edirlər. Bu prosesin yerinə yetirilməsi üçün əsas məsələlərdən biri proqnoz üsulunun seçilməsidir. Layihənin bu rübündə proqnoz üsulunun düzgün seçilməsi üçün müəyyən tövsiyələr vermiş və onların effektiv olması nümayiş olunmuşdur.

Beləliklə, layihənin həyata keçirilməsi üzrə yerinə yetirilmiş işlər, istifadə olunmuş üsul və yanaşmalar tam yenidir.

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

Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi haqqında aşağıdakıları qeyd etmək olar.

1. Layihənin mövzusunun aid ədədi üsullar sinfi öyrənilmiş, onlar müxtəlif siniflər və ya qruplar formasında tədqiq olunmuşlar.
2. Layihənin cari rübündə təbiət elmlərinin bir çox sahələrində rast gəlinən adi diferensial tənliklər üçün başlanğıc məsələsi tədqiq olunmuş, yüksək dəqiqliyə malik üsulların qurulması araşdırılmış və bəzi ədədi üsulların dayanıqlıq oblastları müqayisə olunmuşdur. Simpson üsulunun dayanıqlıq oblastının genişləndirilməsi məqsədi ilə proqnoz-korreksiya üsulundan istifadə olunmasının üstün cəhətləri araşdırılmışdır.
3. Daha dəqiq ədədi üsulların qurulması və onların adi diferensial tənliklər üçün başlanğıc məsələlərin həllinə tətbiqinin üstün cəhətləri sadə üsullar vasitəsi ilə nümayiş olunmuşdur. Burada göstərilmişdir ki, irəliyə qaçma üsullarının bir neçə üstün cəhətləri vardır və bunların

düzgün seçilməsi üçün tövsiyə xarakterli sxem təklif olunmuşdur.

Yuxarıda qeyd olunanları nəzərə alaraq, qeyd etmək olar ki, layihənin cari rübündə nəzərdə tutulmuş işlər 100% yerinə yetirilmişdir.

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

Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı istifadə olunan üsul və yanaşmalar haqqında aşağıdakıları qeyd etmək olar.

1. Qeyd edək ki, layihənin yerinə yetirilməsi zamanı istifadə olunan üsul və yanaşmalar, müasir tətbiqi riyaziyyatın əsas istiqamətlərindən biri olan, müasir tələblərə cavab verən ədədi üsullardır. Bunu nəzərə alaraq, cari rübdə çox addımlı çox törəmli üsulların müəyyən modifikasiyalarına baxılmış, bu modifikasiyalar müəyyən əlamətlərin köməyi ilə müqayisə olunmuşdur. Bunun üçün məlum çox addımlı üsulların tədqiqində istifadə olunan dayanıqlıq və ədədi üsulların dəqiqlik dərəcəsindən istifadə edilmişdir. Bu məqsədlə, Dalkvistin təklif etdiyi dayanıqlıq və üsulun dəqiqliyi anlayışlarından istifadə olunmasına üstünlük verilmişdir.

2. Müasir ədədi üsulların müqayisəsi, onların dayanıqlıq və dəqiqlik anlayışları vasitəsi ilə həyata keçirilir. Qeyd edək ki, bu anlayışlar çox populyardırlar. Lakin bəzi hallarda üsulların müqayisəsi üçün yeni anlayışların tərtib olunması zərurətinin yarandığını nəzərə alaraq, bir çox alimlər hər addımda yaranan xətlərin toplanması zamanı alınan hesablama əməllərinin xətlərinin qiymətləndirilməsini təklif etmişlər. Buna bəzən xətlərin təsnifatı və ya hər addımdakı hesablama xətlərinin məhdudluğu deyirlər. Qeyd edək ki, qeyd olunan xətlərin qiymətləndirilməsi ümumiyyətlə sadə məsələ deyildir.

3. Lokal xətlərin cəminin qiymətləndirilməsi məqsədi ilə burada proqnoz-korreksiya üsulundan istifadə olunmuşdur. Bu məqsədlə, proqnoz-kolleksiya üsulunun bir neçə variantı tədqiq olunmuşdur. Bu tədqiqatın nəticəsində məlum olmuşdur ki, proqnoz üsulu dayanıqlı olmaya bilər və bu proqnoz-korreksiya üsulunun dayanıqlıq oblastına təsir edir.

4. Burada qeyd olunanları nəzərə alaraq, Malaziya və digər ölkələrin Riyaziyyat Cəmiyyətləri ilə əlaqə yaratmağa çalışırıq. Bu məqsədlə, yeni alınmış nəticələrin elmi məqalə formasında tərtib olunaraq Nigeriya və Malaziya Riyaziyyat Cəmiyyətlərinə təqdim edilməsi nəzərdə tutulmuşdur.

Qeyd edək ki, layihədə tərtib olunmuş ədədi üsulların bəziləri sadə model tənliklərinin həllinə tətbiq olunmuşdur. Burada tərtib olunmuş üsulların müsbət cəhətlərini nümayiş etdirmək məqsədi ilə, bu üsulların bəziləri model məsələnin həllinə tətbiq edilmişdir. Yuxarıda şərh olunan izahdan görüldüyü kimi, layihənin yerinə yetirilməsi üçün istifadə olunan üsul və

| | |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | yanaşmalar tam yenidir |
| 4 | Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı istifadə olunan üsul və yanaşmalar Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı istifadə olunan üsul və yanaşmaların müqayisəsinə baxaq. Qeyd edək ki, layihənin bu rübündə istifadə olunan üsullar XX əsrin sonundan başlayaraq, müasir dövrə qədər bir müddətdə istifadə olunmuş və təbiidir ki, müəyyən dəyişikliklərə məruz qalmışdır. Əvvəldə qeyd olunduğu kimi, müasir dövrdə elə üsullardan istifadə edirlər ki, onların nəticəsi ədədlər vasitəsi ilə ifadə olunsun. Başqa sözlə, ədədi üsulların tətbiq dairələri genişlənməkdə davam edir. Layihənin bu rübündə ədədi üsulların bəzi müqayisələrinə baxılmış və yüksək prioritetə malik üsulların seçilməsi üçün müəyyən kriteriyalar tərtib edilmişdir. Məlum kriteriyalar genişləndirilərək, burada çox addımlı üsulların dəqiqlik dərəcələrinin müqayisə olunması daxil edilmiş və bu müqayisənin müsbət cəhətləri qeyd olunmuşdur. Bu müqayisənin aktual olduğu bəzi məsələlər tədqiq olunmuş və alınan nəticə, müqayisənin düzgün yerinə yetirilməsini təsdiq etmişdir. Göründüyü kimi, cari rübdə istifadə olunan üsul və yanaşmalar tam yenidir. |
| 5 | Layihə üzrə elmi nəşrlər (məqalələr, monoqrafiyalar, icmallar, konfrans materialları, tezislər) (dərc olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə) <i>(surətlərini əlavə etməli!)</i> Mehriban İmanova ,Vaqif İbrahimov “ABOUT ONE INNOVATION NUMERICAL METHOD FOR SOLVING ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS OF HIGHER ORDERS”.:„Journal of Law and Sustainable Development.,(1-19 səh) https://doi.org/10.55908/sdqs.v12i8.3827 |
| 6 | İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər <i>(burada doldurmalı)</i> |
| 7 | Layihə üzrə ezamiyyətlər <i>(burada doldurmalı)</i> |
| 8 | Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak <i>(burada doldurmalı)</i> |
| 9 | Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak <i>(burada doldurmalı)</i> |
| 10 | Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminarlar, konfranslar, dəyirmi masalar və s. çıxışlar) <i>(burada doldurmalı)</i> |
| 11 | Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar <i>(burada doldurmalı)</i> |
| 12 | Yerli həmkarlarla əlaqələr |

| | |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <i>(burada doldurmalı)</i> |
| 13 | Xarici həmkarlarla əlaqələr <i>(burada doldurmalı)</i> |
| 14 | Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlıęı <i>(burada doldurmalı)</i> |
| 15 | Sərgilərdə iřtirak <i>(burada doldurmalı)</i> |
| 16 | Təcrübəartırmada iřtirak v  təcrübə mübadiləsi <i>(burada doldurmalı)</i> |
| 17 | Layihə mövzusu ilə baęlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxıřlar, yeni yaradılmıř internet səhifələri və s. <i>(burada doldurmalı)</i> |

Layihə rəhbərinin imzası _____ İbrahimov Vaqif Rza oęlu

Tarix _____

QEYD: bütün hallarda uyęun olan bəndlər doldurulmalıdır.