



## AZƏRBAYCAN ELM FONDU

Azərbaycan Elm Fondunun  
“Gənc Alim və Tədqiqatçıların 7-ci  
qrant müsabiqəsi”nin (AEF-GAT-7-2023-2(44))  
qalibi olmuş layihənin yerinə yetirilməsi üzrə

### 1 İLLİK ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Müasir tələblərə cavab verən ədədi üsulların qurulması və onların üstün cəhədlərinin bəzi menecment modellərinin köməyi ilə nümayiş olunması**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Sadıqova Sara Asif qızı**

Layihənin nömrəsi: **AEF-GAT-7-2023-2(44)-10/01/1-M-01**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **13 noyabr 2023-cü il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **18 ay**

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

*Layihənin 1 il üzrə (rüb) məbləği:*

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

- 1 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə 1 il ərzində yerinə yetirilmiş **elmi işlər**  
Qeyd edək ki, bir il ərzində hər kvartalın sonunda görülən işlər haqqında hesabatı təqdim etmişik və ona görə də həmin hesabatlarda qeyd olunmayan bəzi məlumatları şərh edək. Layihənin mövzusu müasir olduğundan bu sahədə yaranan yeniliklər kifayət qədərdir. Əvvəlki hesabatlarda qeyd etdiyimiz kimi, menecment məsələlərinin bəziləri populyasiya və ya ətraf mühitin qorunması məsələlərinin modelləri ilə eyni formada tərtib olunur. Məlumdur ki, biosistemlərdə ekosistemlər birgə formada tədqiq olunurlar. Məsələn “Yırtıcı və onun şikarı” və yaxut “Resurs və istifadəçi” modellərini tədqiq etdikdə görürük ki, bu modellərin hər ikisi ətraf mühütün çirklənməsində müəyyən rol vardır. Bu modellərin biri biosistemə digəri isə iqtisadiyyata aiddir. Əslində isə “Resurs və istifadəçi” bir başa ekosistemə təsir edir. COP29 konfransındakı çıxışları və onun missiyasını nəzərə alsaq bir daha bu layihədə alınan nəticələrin tətbiq dairəsini çox geniş olduğunun şahidi olarıq. Biz burada qeyd edək ki, dövlətlər arasındakı konfliktlərin ekologiyaya təsiri danılmaz bir faktdır. Buna görə də Riçardson modelinin də tədqiqi çox maraqlıdır. Bunları nəzərə alaraq, “Yırtıcı və onun şikarı” modelinin tədqiqi çox maraqlı mövzu olduğunu qeyd edə bilərik. İndi isə, “Yırtıcı və onun şikarı” xətti modelini qeyri-xətti model ilə əvəz edək. Bu məqsədlə aşağıdakı Lodka-Volterra modelinə baxaq:

$$\begin{aligned}\dot{x} &= ax - bxy, \\ \dot{y} &= -cy + dxy.\end{aligned}$$

Burada  $(-bxy)$  və  $(+dxy)$  hədləri yırtıcı və şikarın əlaqələrinin yaxşı səviyyədə olması, şikarın yırtıcıya nisbətən zəif olması təbii qəbul oluna bilər. Mortelli müəyyən dəqiqləşmələr apararaq, yuxarıdakı modeli tədqiq etmək üçün aşağıdakı formanı təklif etmişdir:

$$\begin{aligned}\dot{x} &= ax - bxy - \gamma x, \\ \dot{y} &= -cy + dxy - \gamma y.\end{aligned}$$

Yırtıcının şikarı sakit vəziyyətdə daha çox məhsul verə bilər. Ona görə də bu modeli balıqların populyasiyası ilə müqayisə etsək, onda yazıla bilər :

$$\begin{aligned}\dot{x} &= ax - \frac{bxy}{(1+\varepsilon x)} - \beta x^2, \\ \dot{y} &= -cy + \frac{dxy}{(1+\varepsilon x)}.\end{aligned}$$

Beləliklə xətti modeli qeyri-xətti modelə əvəz etdik. Yuxarıda istifadə olunan balıqların populyasiyasından istifadə edərək, biz qeyri-xətti modeli qurduq. Qeyd edək ki, bir il ərzində aparılan tədqiqatların nəticəsində təklif olunan maraqlı nəticələrdən biri də iki tərəfli ədədi üsulların qurulması və onların tədqiq olunmasıdır. Elmi işlər haqqında təqdim olunan bu qısa informasiyadan görüldüyü kimi, layihədə alınan nəticələr maraqlı və perspektivdirlər. Bunları nəzərə alaraq, layihədə alınan nəticələrin tam yeni olduğunu təsdiq etmək olar.

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 yetirilməsi dərəcəsi haqqında qısa informasiyanı təqdim etmək məqsədi ilə cari rübdə yerinə yetirilən işlərə nəzər salmaq. Layihənin cari rübündə, bəzi menecment modelinin dəqiqləşdirilməsi tədqiq olunmuşdur. Belə ki, Leontiyev Amerika iqtisadiyatını 1929-1932 illər üçün araşdıraraq, 1936-cı ildə bir-biri ilə əlaqəli formada fəaliyyət göstərən müəssisələrin idarə olunması (yəni menecment) məsələsinin modelini qurmuşdur. Bu modeli diqqətlə analiz etdikdə görürük bəzi aralıq müəssisələr həm istifadəçidir və eyni zamanda başqa bir müəssisə üçün resursdur. Fərz edək ki, müəyyən bir qapalı müəssisənin fəaliyyətinin idarə olunması üçün model tərtib edək. Bu məqsədlə  $i$ -ci müəssisənin məhsulunun həcmi  $x_i$  -ilə,  $x_{i,j}$ -ilə, həmin məhsulun  $j$ -ninci istifadəçisinin məhsulunun həcmi  $x_j$  -ilə isə  $i$ -ninci müəssisənin qeyri-istehsal sahəsində realizə etdiyi məhsulun həcmi  $y_i$  -ilə işarə edək. Onda yuxarıda qeyd olunan prosesə uyğun model (balans tənliyi) aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$\begin{aligned}x_1 &= a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n + y_1 \\ x_2 &= a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n + y_2 \\ &\dots \\ x_n &= a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n + y_n\end{aligned}$$

Bu yazılışı sadələşdirmək məqsədi ilə alınan cəbri tənliklər sistemini matric və vektorun köməyi ilə aşağıdakı kimi yazmaq olar :

$$X = AX + Y_n.$$

Adətən bu sistemin həllinə Tayec üsulunu tətbiq edirlər. Burada, yuxarıda verilmiş xətti cəbri tənliklər sisteminin həllinə Zeydel üsulunun tətbiqinə üstünlük verilmişdir. Layihənin cari rübündə bu tipli modellərin modifikasiyası üçün Adi Diferensial tənliklərdən istifadəyə üstünlük verilmişdir. Qeyd edək ki, bu tipli modelli münaqişələrin tədqiqinə tətbiq etmək olar. Amerika Birləşmiş Ştatlarında yuxarıda qeyd olunan xətti modellər kifayət qədər dəqiqliklə

həll edilmişdir. Buna görə də cari rübdə qeyri-xətti modellərin tətbiqinə yeni üsulun tətbiqi üçün modeli aşağıdakı formada  $y'(x) = ay(x) + y(x) + f(x,y)$  istifadə etdik.

Aydın ki,  $ay(x)$  istifadəsi xətti olduğu üçün,  $ay(x)$  həddinə görə tənliyi dəqiq həll edərək, ədədi üsulların xətasını kiçikləndirməyə nail olmaq olar. Beləliklə, layihənin cari rübündə əsasən iki müxtəlif yanaşma təklif olunmuş və bu yanaşmaların yaranmış problemin həllindəki effektiv təsiri göstərilmişdir. Adətən fərz olunur ki,  $y' = Y(x)$  tənliyinin dəqiq həllini tapmaq mümkündür. Bu şərt daxilində yuxarıda qeyd olunan məsəni yüksək dəqiqlikli həll etmək olar. Qeyd edək ki, bu tipli yanaşmalar tam yenidir və onun konkret məsələlərin həllinə tətbiqi zamanı alınan xətanın daha kiçik olacağını gözləmək olar. Beləliklə layihənin cari rübündə planda nəzərdə tutulmuş işlər 100% yerinə yetirilmişdir.

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

Hesabat dövründə alınmış elmi nəticələr və onların yenilik dərəcəsinə təyin etmək məqsədi ilə alınmış nəticələr baxmaq. Hesabat dövründə real idarə etmə (Menecment) modellərinin köməyi ilə prosesin sadə modeli qurulmuş, bu modelin tətbiqi üçün riyazi üsullardan istifadə edilmişdir. Adətən menecment məsələlərinin tətbiqi riyazi üsullar vasitəsi ilə həyata keçirilir. Bu modellərin bəziləri statistik üsulların köməyi ilə qurulur və buna görə də müəyyən risk əlamətləri nümayiş olunur. Konflikt situasiyaları da bu tipli hadisələrin tətbiqində geniş istifadə edilir. Bu modellərdə empirik üsullardan istifadəyə üstünlük verilir. Qeyd edək ki, layihənin cari rübündə tətbiq olunan menecment məsələlərinin modelinin tətbiqi, burada istifadə olunan riyazi üsulun düzgün seçilməsinin təzahürüdür. Burada tətbiq olunan modellər riyazi modellərdir və onlar mənsub olduqları hadisələri haqqında tam təsəvvürlə haqqında tam təsəvvür yarada bilər. Qeyd edək ki, cari rübdə bəzi modellərin dəqiqləşdirilməsinə baxılmış, məsələn Lodka-Volterra modelinin qeyri-xətti variantı tərtib edilmişdir. Bu modelin həllinə isə Eyer üsulları tətbiq edilmişdir. Beləliklə, cari rübdə alınan elmi nəticələr tam yenidir.

4 Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı istifadə olunan üsul və yanaşmalar

Layihənin cari rübündə istifadə olunan üsul və yanaşmaları tətbiq edək. Məlumdur ki, Menecment məsələləri idarə olunmanın sadə variantlarından başlayaraq, mürəkkəb və çoxsəhəli variantların tətbiqini labüd edir. Bir çox müəlliflər, adətən sadə "istifadəçi və resurs" modelinin tətbiqi ilə iqtisadi məsələləri tətbiq edirlər. Bu model, çox ölçülü formada tətbiq etdikdə Menecment modeli alınır. Buna misal olaraq xətti proqramlaşdırma məsələsinə baxmaq olar. Qeyd edək ki, bu tipli məsələlərə Menecment məsələlərində çox rast gəlinir və buna görə də adətən simpliks metoddan istifadə edirlər. Layihənin cari rübündə, adi diferensial tənliklər vasitəsi ilə təsvir olunan Menecment məsələlərinə baxmaq. Bir çox müəlliflər bu məqsədlə Lodka-Volterra modeli vasitəsi ilə yuxarıda qeyd olunan məsələni tətbiq edirlər. Başqa bir populyar modelə-iki rəqabət aparan dövlətlər üçün "silahlanma sürətinin" tətbiqi məsələsi, ilk dəfə İkinci Dünya Müharibəsindən sonra ən çox tətbiq olunan məsələlər sinfinə aiddir. Riçardson bu modeli tərtib edərkən xətti cəbri tənliklər sistemindən istifadə edərək, aşağıdakını almışdır:

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n &= b_1, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n &= b_2, \\ &\dots \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n &= b_n. \end{aligned}$$

Bu sistemi adətən, adətən  $Ax = B$  kimi yazaraq onu tədqiq edirlər. Burada

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_n \end{pmatrix}; X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix}$$

O, bu sistemdə iştirak edən əmsalların konkret qiymətlərini nəzərə alaraq, onu həll etmişdir. XXI-ci əsrin əvvəllərində yuxarıda qeyd olunan məsələnin həlli xətti adi diferensial-tənliklər üçün Koşi məsələsinin həllinə gətirilmişdir. Tədqiqatların nəticəsində məlum olmuşdur ki, alınan model yuxarıda tərtib edilmiş məsələni tam izah edə bilmir. Bunu nəzərə alan ixtisasçılar, konfliktli olan münasibətləri ümumi formada tədqiq edərək, yeni əlavə məlumatların köməyi ilə Richardson modeli daha da dəqiqləşdirildi və nəticədə qeyri-xətti adi diferensial tənliyi alındı. Bu sistemi ümumi formada aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$y'(t) = a_1 y(t) + a_2 x(t) + a_3 y^2(t),$$

$$x'(t) = b_1 x(t) + b_2 y(t) + b_3 x^2(t).$$

Bəzi ixtisasçıların tədqiqində  $y^2(t), y(t)$  və  $x(t)$  hasilini  $(y(t)x(t))$  kimi tədqiq edilmişdir. Yuxarıda təqdim olunan modelin həlli üçün müəyyən üsullar sinfi olduğundan, bir çox alimlər yuxarıda qeyd olunan sistemə üstünlük verirlər. Ümumiyyətlə Rikkati tənliyi XX -əsrə fundamental formada tədqiq olunduğundan tədqiqatçılar yuxarıda təqdim olunan modelə üstünlük vermişlər. Burada, yuxarıda qeyd olunan məsələnin həllinə, aşağıdakı üsulun tətbiqinə üstünlük verilmişdir:

$$\bar{y}_{n+2} = y_n + h y'_n; y_{n+1} = y_n + h y'_{(t_{n+h})}.$$

Bu üsullar adətən Eylər üsullu adlandırılır. Məlumdur ki,  $z_{n+1} = (\bar{y}_{n+1} + y_{n+1})/2$  qiyməti məsələnin həllinin dəqiq qiymətinə daha yaxın olur. Son vaxtlar bu məqsədlə kəsr addımlı üsullardan istifadəyə üstünlük verilir. Burada, göründüyü kimi layihənin cari rübündə istifadə olunan üsul və yanaşmalar yenidir və onlar digər uyğun məsələlərin həllinə müvəffəqiyyətlə istifadə oluna bilər.

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

S.A.Sadigova., F.A.İbrahimli., A.E.Guliyeva., "USING MATHEMATICAL METHODS TO ECONOMIC ANALYSIS." XVI International scientific conference. Tallinn. Estonia. 17-18.10.2024., "Current questions of modern science" Proceedings of the XVI International Scientific and Practical Conference 17-18 October 2024., səh.354-356.

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.13983858>

S.A.Sadigova., F.A.İbrahimli., A.E.Guliyeva., "APPLICATION OF HIGHER MATHEMATICS IN ECONOMICS. MANAGEMENT INDUSTRY", XII International scientific conference., Scientific advances and innovative approaches, Tokyo 25-26.07.2024 , səh.37-53.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.13144002>

6 İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər

(burada doldurmalı)

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)
14	Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı (burada doldurulmalı)
15	Sərgilərdə iştirak (burada doldurulmalı)
16	Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi (burada doldurulmalı)
17	Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. (burada doldurulmalı)

Layihə rəhbərinin imzası \_\_\_\_\_ Sadıqova Sara Asif qızı

Tarix \_\_\_\_\_

QEYD: bütün hallarda uyğun olan bəndlər doldurulmalıdır.