

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ**  
**BAKİ DÖVLƏT UNİVERSİTETİ**  
**TƏTBİQİ RİYAZİYYAT VƏ KİBERNETİKA FAKÜLTƏSİ**  
**İQTİSADİ KİBERNETİKA KAFEDRASI**

**MAGİSTR TƏHSİL PİLLƏSİ ÜZRƏ**

**Dinamik sistemlər nəzəriyyəsinin iqtisadi inkişafın dinamik  
modellərinə tətbiqi.**

**FƏNNİNİN**  
**P R O Q R A M I**

**BAKİ - 2013**

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ**  
**BAKİ DÖVLƏT UNİVERSİTETİ**  
**TƏTBİQİ RİYAZİYYAT VƏ KİBERNETİKA FAKÜLTƏSİ**

**İQTİSADİ KİBERNETİKA KAFEDRASİ**

**MAGİSTR TƏHSİL PİLLƏSİ ÜZRƏ**

**Dinamik sistemlər nəzəriyyəsinin iqtisadi proseslərə**  
**tətbiqi.**  
**FƏNNİNİN**  
**P R O Q R A M I**

**Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi**  
**BDU-nun tətbiqi riyaziyyat və kibernetika**  
**fakultəsi elmi şurasının 29 yanvar 2015-ci il**  
**tarixli iclasının qərarı ilə təsdiq edilmişdir**  
**(protokol №. 5 )**

**Bakı 2015**

**Tərtib edənlər:**

**fizika-riyaziyyat elmləri namizədi dosent**

**R.M.Quliyev,**

**texnika elmləri namizədi, dosent F.Ə.Mirzəyev**

**Rəyçilər:**

**İqtisad elmləri doktoru, professor**

**M.R. Tağıyev**

**iqtisad elmləri doktoru G.A.Əzizova,**

**iqtisad elmləri namizədi A.T.Sadıxova.**

## Dinamik sistemlər nəzəriyyəsinin iqtisadi inkişafın dinamik modellərinə tətbiqi

### FƏNNİ ÜZRƏ TEMATİK PLANLAŞDIRMA

N	Mövzular	Mühazirə	Məşğələ	Cəmi
1	Mövzu 1. Giriş. Fənnin obyektı, predmeti və məqsədi. Müasir bazar iqtisadiyyatı şəraitində iqtisadi tədqiqatlarda riyazi üsul və prinsiplərdən istifadənin əhəmiyyətli rolu.	2	2	4
2	Mövzu 2. Sosial, iqtisadi, ekoloji və s. proseslərdə model anlayışı və modelləşdirmə prinsipi. Modelləşdirmənin dövrü xarakteri və özünəməxsus xüsusiyyətləri. İqtisadi proseslərin inkişaf dinamikasının əsas göstəriciləri.	4	2	6
3	Mövzu 3. Diferensial tənliklər nəzəriyyəsi və iqtisadi inkişaf modellərində bu nəzəriyyənin tətbiq prinsipləri. Dinamik sistemlər və onların təsnifatlaşdırılması.	2	2	4
4	Mövzu 4. Dinamik sistemlərin bir sıra mühüm xalq təsərrüfatı modellərinin qurulmasına tətbiqi. İqtisadi ekoloji yönümlü (populyasiya modelləri, neft sənayesinin iqtisadi-ekoloji problemləri və s.) riyazi modellərinin dinamik sistemlərdə əlaqələndirilməsi və təhlili. İqtisadi dinamikanın trayektoriyalar ardıcılığının özünəməxsus xüsusiyyətlərinin araşdırılması.	4	2	6
5	Mövzu 5. Solou və Evans modelləri- makroiqtisadi dinamik modellər kimi. Ramsey modeli –iqtisadi fəaliyyətdə istehlak və yığımın optimal bölüşdürülməsinin dinamik modeli kimi. İqtisadi artımın çoxsahəli dinamik modelləri. Dinamik sistemlərin tarazlıq (stasionar) vəziyyətlərinin təyini prinsipləri. Dinamik iqtisadi modellərdə orta artım tempi trayektoriyalar və onların asimptotikası.	4	2	6
6	Mövzu 6. A. M. Lyapunov mənasında dayanıqlıq və asimptotik dayanıqlıq anlayışları. İqtisadi tədqiqatlarda dayanıqlıq nəzəriyyəsinin tətbiqi. V.Leontyevin birməhsullu xətti dinamik modelinin istənilən xüsusi həllinin dayanıqsızlığının isbatı.	2	2	4
7	Mövzu 7. Populyasiya modelləri və dinamik sistemlər. Maltus və Verhulst modellərinin birölcülü diferensial təsviri və təhlili.	4		4

8	Mövzu 8. Dinamik ekonometrik modellər və iqtisadi proqnozlaşdırma. Dinamik iqtisadi sistemlərin tədqiqində reqressia analizi üsulu.	4	2	6
9	Mövzu 9. Ətraf mühitin çirklənməsinə nəzarətin dinamik sistemlərlə əlaqəli təhlili modeli. Substansiyanın (atmosferə atılan çirkləndirici maddələr) atmosferdə stasionar və qeyri-stasionar yayılmasının iqtisadi riyazi modeli.	2		2
10	Mövzu 10. Neft sənayesinin ekoloji problemlərinin təsvirinin modelləşdirilməsində dinamik sistemlər nəzəriyyəsi aparatının tətbiqi.	2	1	3
	Cəmi	30	15	45

## Ön söz

Müasir riyaziyyat elmi özünün müxtəlif elm sahələrində intensiv istifadə olunması ilə digər elmi istiqamətlərdən fərqlənir. Belə ki, riyaziyyat bir sıra elm sahələri üçün hesablamaların kəmiyyət aləti olmaqla yanaşı dəqiq tədqiqat və qarşıya çıxan problemin formalizə olunma metodudur. Digər tərəfdən müxtəlif iqtisadi, ekoloji, bioloji və.s yönümlü məsələlərin həlli və proqnozlaşdırılmasında riyazi üsulların tətbiqi o zaman mümkündür ki, tədqiq olunacaq prosesi müəyyən riyazi münasibətlər sistemi vasitəsilə təsvir etmək mümkün olsun. Bu münasibətlər öyrənilən prosesin riyazi modeli adlanır.

Riyazi modelləşdirmənin və müasir riyazi üsulların iqtisadi tədqiqatlarda getdikcə daha geniş tətbiqi və yeni hesablama alqoritmlərindən, mükəmməl ədədi üsullardan istifadə olunması təbii zərurətdir. Çünki elə iqtisadi-ekoloji yönümlü problem məsələlər var və mövcud ola bilər ki, riyazi modelləşdirməni tətbiq etmədən bu problemləri həll etmək mümkün olmaz. Məlumdur ki, əksər iqtisadi proseslər zamandan kəsilməz asılı olaraq inkişaf etdiyindən dinamik proseslər adlanırlar. Başqa sözlə kəsilməz iqtisadi modellərdə (harada ki, asılı olmayan dəyişən  $t$  – zaman faktorudur) diferensial tənliklər nəzəriyyəsi istifadə təbiidir. Belə ki, iqtisadi sistemlərin uzun müddətli tədqiqində diferensial tənliklərlə təsvir olunan modellər olduqca səmərəlidir (məs. iqtisadi dinamikanın təhlilində onlar əsas vasitə sayılırlar).

Diferensial model dedikdə hər hansı real hadisə və prosesin tədqiqi zamanı qarşıya çıxan tənlik və ya tənliklər sistemi başa düşülür. Aydın ki, diferensial modellər bizi əhatə edən aləmdə baş verən çoxsaylı proseslərin öyrənilməsində istifadə olunan modellərdən biridir və onların çoxlu növləri mövcuddur (xüsusi törəməli diferensial tənliklərlə, inteqro-diferensial tənliklərlə, gecikən, meyl edən argumentli diferensial tənliklərlə və s. təsvir olunan modellər). Qeyd edək ki, çoxlu sayda iqtisadi-ekoloji yönümlü proseslərin riyazi modelləri diferensial

tənliklər sistemi ilə təsvir olunarkən prosesin təbiəti elə olur ki, model differensial tənliklərin sağ tərəfləri aşkar şəkildə zaman parametrindən asılı olmur.

**Tərif:**  $n \in \mathbb{N}$  tərtibli adi differensial tənliklər sisteminə o zaman dinamik (avtonom, konservativ, stasionar) differensial tənliklər sistemi deyilir ki, onun sağ tərəfindəki bütün ifadələr aşkar şəkildə  $t$  - zaman parametrindən asılı olmasın. Vektor bərabərliyi formasında bu tərif altında

$$\dot{\vec{x}}(t) = \vec{f}(\vec{x}(t)) \quad \text{münasibəti başa düşülür.}$$

İqtisadi proseslərin riyazi metodlar vasitəsi ilə tədqiqatının əsas mərhələlərindən biri də modelin trayektoriyalarının mühüm xüsusiyyətlərinin təhlil və tədqiq olunmasıdır. Bu öz növbəsində tədqiq olunan iqtisadi obyektin inkişaf trayektoriyasının (həllinin) varlığı və yeganəliyi, dayanıqlığı kimi çox mühüm anlayışların vacibliyini nəzərdə tutur.

Dayanıqlıq nəzəriyyəsinin ilk baniləri rus alimi A.M.Lyapunov və fransız alimi A.Puankare hesab olunurlar. Bu nəzəriyyə müasir təbii riyaziyyatın çox mühüm bölməsi hesab olunur. Qeyd edək ki, rus alimləri N.Q.Çetayev, E.A.Barbaşin, N.P.Yeruqin və N.N.Krasovski müasir dayanıqlıq nəzəriyyəsinin yaradıcılarından hesab olunurlar.

İqtisadi sistemlərin modellər vasitəsilə tədqiqatı zamanı sistemin mühüm xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi real prosesi əks etdirən uyğun modelin trayektoriyalarının özlərini necə aparmasının analizindən çox asılıdır.

Məlumdur ki, iqtisadi sistemlərdə proqram idarələrinin realizasiyaları zamanı, məsələn, optimal trayektoriyadan təbii meyletmələr meydana çıxma bilər. Belə sapmalar sistemin sonralar özünü necə aparmasına təsir edir və sonda iki, prinsip etibarilə müxtəlif, nəticəyə gəlmək olar:

- Mühüm inkişaf trayektoriyasından prosesin əvvəlindəki kifayət qədər kiçik meyillər bu trayektoriyanın gələcəkdə kifayət qədər kiçik dəyişməsinə gətirir. Belə olan halda prosesin əvvəlində mövcud meyilləri daha da azaltmaqla gələcəkdə qarşıya çıxma biləcək sapmaları yüksək dəqiqliklə kiçiltmək mümkündür.
- Mövcud trayektoriyadan prosesin əvvəlindəki kifayət qədər kiçik meyillər gələcəkdə gözlənilmədiyindən də az olmayan sapmalara gətirir.

Sadə dildə desək, birinci halda baxılan konkret trayektoriya dayanıqlı, ikinci halda isə dayanıqsız adlanır.

Qeyd edək ki, ekoloji problemlər müasir Azərbaycan respublikası üçün də xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Respublikada ətraf mühitin çirklənməsinin əsas mənbələrindən biri neft və qaz sənayəsi və onun ayrı-ayrı sahələridir. Neftin çıxarılması, hazırlanması, saxlanması, nəqli və emalı zamanı onun təxminən 1-16 %-ə qədəri itə bilər, baş verən sızmalar, qəzalar, itkilər ətraf mühitin çirklənməsinə səbəb olur. Belə problemlərin araşdırılması riyazi nöqtəyə nəzərdən

özünəməxsus dinamik tənliklər sisteminin qurulmasını tələb edir və nəticə etibarlı ilə rəasional istifadə problemi xüsusi aktuallıq kəsb edir.

**-Giriş.** Fənnin obyektı, predmeti və məqsədi. Müasir bazar iqtisadiyyatı şəraitində iqtisadi tədqiqatlarda riyazi üsul və prinsiplərdən istifadənin əhəmiyyətli rolu.

- Sosial, iqtisadi, ekoloji və s. proseslərdə model anlayışı və modelləşdirmə prinsipi. Modelləşdirmənin dövrü xarakteri və özünəməxsus xüsusiyyətləri. Iqtisadi proseslərin inkişaf dinamikasının əsas göstəriciləri.

- Diferensial tənliklər nəzəriyyəsi və iqtisadi inkişaf modellərində bu nəzəriyyənin tətbiq prinsipləri. Dinamik sistemlər və onların təsnifatlaşdırılması.

- Dinamik sistemlərin bir sıra mühüm xalq təsərrüfatı modellərinin qurulmasına tətbiqi. Iqtisadi ekoloji yönümlü (populyasiya modelləri, neft sənayesinin iqtisadi- ekoloji problemləri və s.) riyazi modellərinin dinamik sistemlərdə əlaqələndirilməsi və təhlili. Iqtisadi dinamikanın trayektoriyalar ardıcılığının özünəməxsus xüsusiyyətlərinin araşdırılması.

- Solou və Evans modelləri- makroiqtisadi dinamik modellər kimi. Ramsey modeli – iqtisadi fəaliyyətdə istehlak və yığımın optimal bölüşdürülməsinin dinamik modeli kimi. Iqtisadi artımın çoxsahəli dinamik modelləri. Dinamik sistemlərin tarazlıq (stasionar) vəziyyətlərinin təyini prinsipləri. Dinamik iqtisadi modellərdə orta artım tempi trayektoriyalar və onların asimptotikası.

- A. M. Lyapunov mənasında dayanıqlıq və asimptotik dayanıqlıq anlayışları. Iqtisadi tədqiqatlarda dayanıqlıq nəzəriyyəsinin tətbiqi. V.Leontyevin birməhsullu xətti dinamik modelinin istənilən xüsusi həllinin dayanıqsızlığının isbatı.

- Populyasiya modelləri və dinamik sistemlər. Maltus və Verhulst modellərinin birölcülü diferensial təsviri və təhlili.

- Dinamik ekonometrik modellər və iqtisadi proqnozlaşdırma. Dinamik iqtisadi sistemlərin tədqiqində reqressia analizi üsulu.

- Ətraf mühitin çirklənməsinə nəzarətin dinamik sistemlərlə əlaqəli təhlili modeli. Substansiyanın (atmosfera atılan çirkləndirici maddələr) atmosferdə stasionar və qeyri- stasionar yayılmasının iqtisadi riyazi modeli.

- Neft sənayesinin ekoloji problemlərinin təsvirinin modelləşdirilməsində dinamik sistemlər nəzəriyyəsi aparatının tətbiqi.

## **ƏDƏBİYYAT**

1.Экономико-математические методы и прикладные модели. Под редакцией проф.В.В.Федосеева. Москва, ЮНИТИ, 2002

2. Е.С. Лундышева. Математическое моделирование в экономике (учебное пособие), Москва, Издательско-торговая корпорация “Дашков и К”, 2004.

3. М.Интрилигатор. Математические методы оптимизации и экономическая теория. М; Прогресс, 1975.
4. Е.В.Бережная, В.И.Бережной. Математические методы моделирования экономических систем. Москва, 2001
5. А.Ф. Musayev, Y. Q. Osmanov. Riyazi iqtisadiyyat (Ali məktəblər üçün dərslik), Bakı “Sabah” nəşriyyatı,1997.
6. N.F.Tağıyev, R.M.Quliyev,F.Ə.Mirzəyev İqtisadi proseslərdə riyazi modelləşdirmə (Nəzəriyyə, model proseslər, test nümunələri).Dərs vəsaiti, I hissə,ADİLOĞLU nəşr.2013
7. В.С.Шипачев. Высшая математика. Москва, “Высшая школа”, 1990
8. А.Д. İskəndərov, R.Q. Таğıyev, Q.Y.Yaqubov. Optimallaşdırma üsulları. Bakı, “Çaşıoğlu”,2002.
9. X.M. Hənzəyev, Q.Q. İsmayılov. Ekoloji problemlərdə riyazi modelləşdirmə (dərs vəsaiti), Bakı, ADNA-nın nəşri, 2002.
10. О.О. Замков, А.В. Толстопятенко, Ю.Н. Черемных Математические методы в экономике. Москва, “Дело и Сервис”, 2001.
11. С.Солодовников и др. Математика в экономике. I-II т., Москва, 2000.
- 12.Э.В.Минько, А.Э.Минько. Методы прогнозирования и исследования операций. Учебное пособие. Москва, «Финансы и статистика», 2012.
- 13.Л.Э.Басовский. Прогнозирование и планирование в условиях рынка. Учебное пособие. Москва, ИНФРА-М, 2003