

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ  
BAKİ DÖVLƏT UNİVERSİTETİ**

**SONLU AVTOMATLAR**

**fənnindən**

**PROQRAM**

**Bakı – 2017**

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ  
BAKİ DÖVLƏT UNİVERSİTETİ**

**Tətbiqi riyaziyyat və kibernetika  
fakültəsi  
“Riyazi kibernetika”  
kafedrası**

**İxtisas: 050409 – Kompüter elmləri**

**İPFS-B05 SONLU AVTOMATLAR**

**fənnindən**

**PROQRAM**

Bakı Dövlət Universitetinin Qrif komissiyasının 22.05.18 tarixli 09 sayli iclasının qərarı ilə fənn proqramı kimi təsdiq edilmişdir

**Bakı - 2017**

**Tərtib edənlər:**

1. BDU Riyazi kibernetika kafedrasının müdiri, f.r.e.d., prof.  
K.B.Mənsimov.
2. BDU Riyazi kibernetika kafedrasının dosenti, f.r.e.n.,  
S.T.Əliyeva
3. BDU Riyazi kibernetika kafedrasının baş müəllimi, f.r.e.n.,  
N.X.Aslanova

**Elmi redaktor:**

1. BDU Riyazi kibernetika kafedrasının müdiri, f.r.e.d., prof.  
K.B.Mənsimov.

**Rəyçilər:**

1. BDU Riyazi kibernetika kafedrasının dosenti, f.r.e.n.,  
J.B.Əhmədova.
2. SDU-nin “Diferensial tənliklər və optimallaşdırma”  
kafedrasının müdiri, f.r.e.d., prof. F.G.Feyziyev

## İPFS-B05 SONLU AVTOMATLAR

### İzahat vərəqi

Sonlu avtomatlar nəzəriyyəsi riyazi kibernetikanın bölmələrindən biri olub, riyazi modellərin (avtomatların, maşınların), real mövcud olan qurğuların və sistem (texniki, bioloji) və ya abstrakt sistemlərin (riyazi maşın, aksiomatik nəzəriyyə) diskret zaman anında diskret informasiyanın emal edilməsini öyrənir.

Biz avtomatları fiziki obyektlər kimi yox, riyazi abstraksiyalar, öz funksiyalarını müəyyən qaydalar yığımına uyğun quran yaddaşlı məlumat qurğuların abstrakt modeli kimi öyrənəcəyik. Bu abstraksiyalar avtomatik qurğuların idarə sistemini qurmağa imkan verir. İnformatikada avtomat dedikdə ümumilikdə, müəyyən işi görən qurğu nəzərdə tutulmur, bu, formalizm, modeldir. Sonlu avtomatların – keçiricilərin bu kursda öyrəndiyimiz abstrakt modellərini həmişə realizə etmək olar. Adətən bu qurğular nəyisə idarə edirlər.

Avtomatlar nəzəriyyəsi yaddaşlı məlumatların abstrakt maşınlarını – keçiricilərini öyrənir. Nəzəriyyənin dəyəri ondan ibarətdir ki, bir tərəfdən o, bir çox nəzəri məsələləri, xüsusən də alqoritmlər nəzəriyyəsi, formal dillər nəzəriyyəsinin məsələlərini həll edən abstrakt formal riyazi modeldir. Digər tərəfdən, bu nəzəriyyənin kifayət qədər böyük praktiki tətbiq sahələri vardır: SA modelinin aparat və proqram tətbiqini realizasiya etmək olar. Bu zaman o,

sadəcə olaraq diskret texniki qurğu və ya məlumatın çevrilmə və emalı alqoritmi olacaqdır. Tətbiqinə aid misal olaraq məntiqi idarə sistemlərini, qurğuların drayverini, sintaksis analiz və proqramlaşdırma dillərinin yayımı alqoritmini, intellektual agentlərin və bioloji sistemlərin özünü aparmasının spesifikasiyasını və s.

“Avtomat” modeli insanın əsəb sisteminin fəaliyyətinin tədqiqi, dilçiliyin analizində, psixologiyada, biologiyada, formal dil və qrammatikaların öyrənilməsində və digər sahələrdə problemlərin həllində istifadə olunur.

Fənnin mənimsənilməsi nəticəsində tələbələr

**Bilməlidir:**

- əsas anlayışları;
- sonlu avtomatların formal təyini, onların verilmə üsullarını;
- genişlənmiş keçid funksiyası vasitəsilə dilin təyini;
- requlyar çoxluq, requlyar ifadənin təyin olunmasını;
- çoxluqlar üzərində əməliyyatların təyin olunmasını;
- sonlu avtomatlarla requlyar ifadə arasındakı əlaqəni;
- sonlu avtomat dillərinin qrammatika ilə əlaqəsini;
- SA-a ekvivalent olan minimal avtomatın tapılmasını;
- qeyri-requlyar dillərin təyin olunmasını;
- reqular ifadədən SA-a keçidi;
- Türinq maşını və onun konfigurasiyasını;
- Türinq maşınının dilləri tanınması məsələsini və s.

**Bacarmalıdır:**

- verilmiş dili tanıyan determinik sonlu avtomatın qurulmasını;
- verilmiş dili tanıyan qeyri-determinik sonlu avtomatın qurulmasını;
- verilmiş dili tanıyan  $\varepsilon$  – QSA-nın qurulmasını;
- QSA-dan DSA-a ekvivalent keçidi;
- $\varepsilon$  – keçidlərin aradan qaldırılması;
- SA-dan requlyar ifadəyə keçidi;
- requlyar ifadədən SA-a keçidi;
- DSA-dan qrammatikanın köməyi ilə requlyar ifadəyə keçidi;
- dilin qeyri-requlyar olduğunun təyin olunmasını;
- SA-ın minimallaşdırılması məsələsini;
- Türiq maşınının təyini, onun konfigurasiyasının qurulmasını;
- maqazin yaddaşlı avtomatın təyini.

### **Yiyələnməlidir:**

- requlyar dillərin SA-lar və requlyar ifadələr vasitəsilə təyin olunmasına;
- DSA, QSA və  $\varepsilon$  – QSA –dan bir-birinə keçidə;
- sağxətti qrammatikanın köməyi ilə requlyar ifadəyə keçidi;
- Türiq maşınında dilin təyin olunması üçün proqramın yazılmasına;
- maqazin yaddaşlı avtomat və bu avtomatda dilin təyini.

Fənnin tədrisində mövzulara uyğun hazırlanmış slaydların nümayişi üçün noutbuk və proyektorun olması məqsədəuyğundur.

## MÖVZULARIN SAATLAR ÜZRƏ PAYLANMASI

№	Mövzuların adı	Auditoriya saatlarının miqdarı	
		mühazirə	məşğələ
1.	Avtomatlar nəzəriyyəsinin predmeti.	2	1
2.	Avtomatlar nəzəriyyəsinin əsas anlayışları.	2	1
3.	DSA və DSA-nın verilmə üsulları.	2	1
4.	QSA və QSA-nın verilmə üsulları, nümunələr.	2	1
5.	Avtomat dillərinin birləşməsi, konkatenasiyası və iterasiyası üçün QSA-nın qurulması.	2	1
6.	QSA və DSA-nın ekvivalentliyi, misallar.	2	1
7.	Sonlu avtomatlar və mətnlərdə sözlərin axtarışı.	2	1
8.	$\varepsilon$ – QSA formal yazılışı, <i>ECLOSE</i> funksiyası, $\varepsilon$ – keçidlərin aradan qaldırılması.	4	2
9.	Requlyar çoxluqlar, requlyar ifadələr və onların xassələri.	2	1
10.	Əmsalları requlyar ifadələr olan		1

	tənliklər sisteminin həlli üsulları.		
11.	Sonlu avtomatlardan requlyar ifadələrə keçid.	2	1
12.	$\varepsilon$ – QSA-dan istifadə etməklə requlyar ifadələrdən sonlu avtomatlara keçid.	2	1
13.	DSA-nın vəziyyətlərinin aradan çıxarılması üsulları.	2	1
14.	Requlyar ifadələr üçün cəbri qanunlar.	2	1
15.	Qrammatika, sağxətti qrammatika.	2	1
16.	Sağxətti dildən requlyar çoxluğa keçid.	2	1
17.	Sonlu avtomat dilindən sağxətti qrammatikaya keçid.	2	1
18.	Requlyar ifadədən QSA-nın vasitəsilə DSA-a keçid.	2	1
19.	Qeyri-requlyar dillər. Dilin qeyri-requlyarlılığını göstərmək üçün artma haqqında lemma.	2	1
20.	Requlyar dillərin birləşməsinin, kəsişməsinin requlyarlılığı.	2	1
21.	$L^R$ və $\bar{L} = \Sigma^* - L$ dillərinin requlyarlılığı.	2	1
22.	Homomorfizm və əksinə keçid.	2	1
23.	DSA-nın minimallaşdırılması və ekvivalent vəziyyətlərin təyini.	2	1
24.	Fərqlənən vəziyyətləri təyin edən cədvəlin yazılması.	2	1
25.	DSA-a ekvivalent minimal avtomatın qurulması alqoritmi.	2	1
26.	Türinq maşını. Türinq maşınının konfuqurasiyası.	4	2
27.	XAM. XAM ekvivalentlik matrisləri.	2	1

28.	Avtonom XAM, sadə AXAM-ın ixtiyari reaksiyası.	2	1
-----	--	---	---

### **Mövzuların qısa məzmunu**

#### **Mövzu № 1. Avtomatlar nəzəriyyəsinin predmeti.**

Avtomatlar nəzəriyyəsinin inkişaf tarixi haqqında məlumat verilir. Avtomatlar nəzəriyyəsinin tətbiqi, onun nəzəriyyələrin inkişafında rolu qeyd edilir. Sonlu avtomatların xarakteristikası haqqında məlumat verilir. [1-10].

#### **Mövzu № 2. Əsas anlayışlar.**

Sonlu avtomatlar nəzəriyyəsinin əsas anlayışları haqqında məlumat verilir. Əlifba, söz və dil anlayışlarının tərfi verilir. Dillərə aid nümunələrə baxılır. Dilin verilmə üsulları qeyd edilir. Misallara baxılır. [], [], [], [].

#### **Mövzu № 3. DSA və DSA-nın verilmə üsulları .**

Sonlu avtomatların bir növü olan Determinik Sonlu Avtomatın fomal təyini verilir. Komponentlər haqqında məlumat verilir. DSA-ın verilmə üsullarına baxılır. Genişlənmiş keçid funksiyası anlayışı daxil edilir. Genişlənmiş keçid funksiyasının vasitəsilə DSA-ın tanıdığı dilin təyini verilir. [1-10].

**Mövzu № 4. *QSA və QSA-nın verilmə üsulları .***

Sonlu avtomatların bir növü olan Qeyri-determinik Sonlu Avtomatın fomal təyini verilir. Komponentlər haqqında məlumat verilir. QSA-nın verilmə üsullarına baxılır. Genişlənmiş keçid funksiyası anlayışı daxil edilir. Genişlənmiş keçid funksiyasının vasitəsilə QSA-ın tanıdığı dilin təyini verilir. [1-10].

**Mövzu № 5. *Avtomat dillərinin birləşməsi, konkatenasiyası və iterasiyası üçün QSA-nın qurulması.***

Çoxluqlar üzərində əməllərə baxılır. Dillərin birləşməsi, konkatenasiyası və iterasiyası üçün QSA-nın qurulması məsələlərinə baxılır. Yeni qurulmuş QSA-nın, verilmiş QSA-lar əsasında komponentlərinin təyini məsələsinə baxılır. Nümunələr göstərilir. [1-10].

**Mövzu № 6. *QSA və DSA-nın ekvivalentliyi, misallar.***

Eyni bir dili tanıyan QSA-nı DSA-nı qurmaqdan daha asandır. Buna görə də verilmiş QSA-dan alt çoxluqların konstruksiyası əsasında ona ekvivalent olan DSA qurulur. QSA-nın vəziyyətlərinin sayı bir qədər çox olduqda alt çoxluqların asan konstruksiyası üsulu daxil edilir. [1-10].

**Mövzu № 7. *Sonlu avtomatlar və mətnlərdə sözlərin axtarışı.***

Sonlu avtomatların tətbiqlərindən biri də mətnlərdə açar sözlərinin tapılması məsələsidir. QSA vasitəsilə açar sözlərinin tapılması üçün qaydalar verilir. Alt çoxluqların asan konstruksiyası əsasında açar sözlərini tanıyan DSA qurulur. [1-4, 6].

**Mövzu № 8.  $\varepsilon$  – QSA formal yazılışı, ECLOSE funksiyası,  $\varepsilon$  – keçidlərin aradan qaldırılması.**

Sonlu avtomatların daha bir növü olan  $\varepsilon$  – QSA-nın formal tərfi verilir. ECLOSE funksiya anlyışı daxil edilir.  $\varepsilon$  – keçidlərin aradan qaldırılması məsələsinə baxılır. Bunun vasitəsilə  $\varepsilon$  – QSA-dan DSA-a keçid edilir. Nümunələrə baxılır. [1-4, 6].

**Mövzu № 9. Requlyar çoxluqlar, requlyar ifadələr və onların xassələri. Requlyar dillər və ifadələr.**

Requlyar çoxluq anlayışı daxil edilir. Requlyar çoxluqların rekursiv olaraq təyin olunmasına baxılır. Requlyar çoxluqları təyin edən requlyar ifadələrə baxılır. Əlifba üzərində requlyar çoxluğun təyin olunmasına baxılır. Requlyar ifadələrə aid nümunələr göstərilir. [1-4, 6].

**Mövzu № 10. Əmsalları requlyar ifadələr olan tənliklər sisteminin həlli üsulları.**

Əmsalları requlyar ifadələr olan tənliyin həlli verilir. Bu həll üsulundan istifadə edərək əmsalları requlyar ifadələr olan tənliklər sistemi həll edilir. Üç məchullu tənliklər sisteminin həllinin tapılmasına baxılır. [1-4, 6, 10].

**Mövzu № 11. *Sonlu avtomatlardan requlyar ifadələrə keçid.***

Dili tanıyan DSA-dan rekursiv qaydada dili təyin edən requlyar ifadənin tapılması məsələsinə baxılır. Əvvəlcə yolun uzunluğu sıfır olan hallar üçün requlyar ifadələr tapılır. Sonra isə uzunluğu  $k$ -dan böyük olmayan yollar üçün requlyar ifadələr rekursiv qaydada qurulur. Deyilənlərə nümunələr əsasında baxılır. [1-4, 6, 10].

**Mövzu № 12.  *$\varepsilon$  – QSA-dan istifadə etməklə requlyar ifadələrdən sonlu avtomatlara keçid.***

Bu mövzuda isə əksinə keçidə, yəni requlyar ifadədən dili tanıyan  $\varepsilon$  – QSA –ya keçid edilir. Əvvəlcə baza ifadələr üçün SA qurulur. Sonra isə daha genişlənməmiş vəziyyətlər üçün SA təyin edilir. Hər qaydaya uyğun nümunələr verilir. [1-4, 10].

**Mövzu № 13. *DSA-nın vəziyyətlərinin aradan çıxarılması üsulları.***

Verilmiş dili tanıyan sonlu avtomatdan requlyar ifadəyə keçid üçün yeni bir üsul daxil edilir. Bu, vəziyyətlərin aradan qaldırılması üsuludur. Sonlu avtomatın keçid diaqramından istifadə edərək daxil

edilmiş üsul əsasında başlanğıc və məqbul vəziyyət istisna olmaqla digər vəziyyətlər kənarlaşdırılır. Sonra isə yalnız başlanğıc və məqbul vəziyyət olan hallar üçün requlyar ifadənin qurulmasına baxılır. [6, 9].

**Mövzu № 14. *Requlyar ifadələr üçün cəbri qanunlar.***

Requlyar ifadələr üçün cəbri qanunlara baxılır. Burada requlyar ifadələr üçün kommutativlik, assosiativlik və distributivlik qanunlarına baxılır. Cəbri qanunlar üçün teoremlər isbat olunur.

[1-2, 6, 10].

**Mövzu № 15. *Qrammatika, sağxətti qrammatika.***

Sonlu avtomatlar nəzəriyyəsinin tətbiqlərindən biri də formal dillər və qrammatikalardır. Qrammatikanın formal tərifini verilir. Qrammatikaya aid nümunələr göstərilir. Qrammatikanın növləri qeyd olunur. Sağxətti qrammatika anlayışı daxil edilir. [1-10].

**Mövzu № 16. *Sağxətti dildən requlyar çoxluğa keçid.***

Sağxətti qrammatikadan requlyar qrammatikaya keçid müəyyən olunur. Requlyar qrammatikanın təyin etdiyi çoxluq requlyar çoxluqdur və daxil edilən qayda əsasında sağxətti dildən requlyar çoxluğa keçid müəyyənləşir və nümunələr əsasında məsələyə baxılır. [1-10].

**Mövzu № 17. *Sonlu avtomat dilindən sağxətti qrammatikaya keçid.***

SA-dan requlyar ifadəyə keçid üçün müxtəlif üsullara baxılmışdır. Bu mövzuda isə sağxətti qrammatikadan istifadə edərək DSA-ın tanıdığı dili təyin edən requlyar ifadəni tapmaq mümkündür. SA-dan əvvəlcə əmsalları requlyar ifadə olan tənliklər sisteminə keçid edilir və tənliklər sistemini həll etməklə requlyar ifadə tapılır. [1-10].

**Mövzu № 18. *Requlyar ifadədən QSA-nın vasitəsilə DSA-a keçid.***

$\varepsilon$  – QSA –dan istifadə edərək requlyar ifadədən DSA-a keçidə əvvəlki mövzuda baxılır. Burada isə requlyar ifadədən QSA-a keçid edilir. Alt çoxluqların asan konstruksiyası üsulundan istifadə edərək requlyar dili tanıyan DSA qurulur. [1-10].

**Mövzu № 19. *Qeyri-requlyar dillər. Dilin qeyri-requlyarlığını göstərmək üçün artma haqqında lemma.***

Sonlu avtomat dilləri requlyar dillərdir. Sonlu avtomatların tanımadığı dillər qeyri-requlyar dillər adlanır. Dillərin qeyri-requlyarlığını göstərmək üçün artma haqqında lemmaya baxılır. Lemmadan istifadə edərək dilin qeyri-requlyar olduğu göstərilir. Xüsusi nümunələrə baxılır. [1-10].

**Mövzu № 20. *Requlyar dillərin birləşməsinin, kəsişməsinin requlyarlığı.***

Requlyar dillər verildikdə onların birləşməsinin, kəsişməsinin də requlyar olduğunu göstərmək üçün lemmalar daxil edilir. Onların isbatına baxılır. [1-10].

**Mövzu № 21.**  $L^R$  və  $\bar{L} = \Sigma^* - L$  *dillərinin requlyarlılığı.*

Dilin inikası və tamamlayıcısı anlayışları daxil edilir. Requlyar dilin inikası olan dilin və tamamlyıcısının da requlyar olması məsələsinə baxılır. [1-10].

**Mövzu № 22.** *Homomorfizm və əksinə keçid.*

Sözün homomorfizmi sözlər çoxluğunda təyin olunmuş əl funksiyadır ki, verilən sözün hər bir simvoluna bir söz qarşı qoyur. Bu mövzuda homofizm və DSA arasında əlaqəyə baxılır. Homorfizmdən SA-a keçid və əksinə keçidə baxılır. [1-10].

**Mövzu № 23.** *DSA-nın minimallaşdırılması və ekvivalent vəziyyətlərin təyini.*

Verilən Sonlu avtomata görə minimal vəziyyətləri olan ekvivalent avtomatın tapılması məsələsinə baxılır. Ekvivalent vəziyyətlər anlayışı daxil edilir. Tərif verilir. Fərqlənən vəziyyətlər anlayışı daxil edilir. [1-10].

**Mövzu № 24.** *Fərqlənən vəziyyətləri təyin edən cədvəlin yazılması.*

Ekvivalent vəziyyətləri təyin etmək çətin olduğundan, fərqlənən vəziyyətlər təyin edilir. Fərqlənməyən vəziyyətlər ekvivalent vəziyyətlər kimi qəbul edilir. Bunun üçün fərqlənən vəziyyətləri təyin edən cədvəlin qurulması alqoritmi daxil edilir. Bu alqoritmin tətbiqinə aid nümunələrə baxılır. [1-10].

**Mövzu № 25. *DSA-a ekvivalent minimal avtomatın qurulması alqoritmi.***

Ekvivalent vəziyyətlərin təyin edilməsindən sonra minimal avtomatın qurulması alqoritmi daxil edilir. Vəziyyətlər çoxluğunun bölünməsi məsələsinə baxılır. Eyni bir bloka daxil olan vəziyyətlər ekvivalent vəziyyətlər adlanır. Nümunələrə baxılır. [1-10].

**Mövzu № 26. *Türinq maşını. Türinq maşınının konfuqurasiyası.***

Sonlu avtomatların xüsusi növü olan Türinq maşını anlayışı daxil edilir. Türinq maşınının komponentləri izah olunur. Türinq maşının konfuqurasiyasına baxılır. Türinq maşınında requlyar olmayan dillərin tanınması üçün proqramın yazılışına baxılır. Xüsusi nümunələr göstərilir. Determinik və qeyri-determinik Türinq maşını anlayışları daxil edilir. Türinq maşınında alt proqramların yazılışına baxılır. [1-10].

**Mövzu № 27. *XAM. XAM ekvivalentlik matrisləri.***

Bu mövzuda sonlu meydanlar üzərində avtomatların təyininə baxılır ki, bunlar Xətti Ardıcılıq Maşınları adlanır. XAM-ın elementar tərkibləri anlayışı daxil edilir. Genişlənmiş XAM-ın qurulmasına baxılır. XAM üçün xarakteristik matrislər daxil edilir. XAM-ın keçid diaqramı vasitəsilə təyin olunmasına baxılır. Nümunələr verilir. [1-10].

### **Mövzu № 28. Avtoniom XAM, sadə AXAM-ın ixtiyari reaksiyası.**

Giriş ardıcılığından asılı olmayan XAM-ın xüsusi bir növü Avtonom XAM anlayışı daxil edilir. Meydan üzərində ardıcılıq anlayışı daxil edilir. Giriş ardıcılığını sintez edən avtonom XAM-ın qurulması məsələsinə baxılır. Misallar göstərilir. [1-10].

### **Sərbəst işlərin mövzuları.**

1. Sonlu avtomatlar nəzəriyyəsinin predmeti. Tətbiq sahələri.
2. Sonlu avtomatların xarakteristikaları. DSA və onun formal təyini.
3. QSA və onu formal təyini. QSA-dan DSA-a ekvivalent keçid.
4.  $\varepsilon$  – QSA formal yazılışı, *ECLOSE* funksiyası,  $\varepsilon$  – keçidlərin aradan qaldırılması.
5. Requlyar çoxluqlar, requlyar ifadələr və onların xassələri.
6. SA-dan requlyar ifadələrə keçid.
7. Requlyar ifadələrdən SA-a keçid.
8. Qrammatika və onun tipləri.
9. XAM və onların təyin oluması.

10. SA-in minimallaşdırılması məsələsi.

## ƏDƏBİYYAT

### Əsas

1. Дж.Хопкрофт, Р.Мотвани, Дж.Ульман. введение в теорию автоматов, языков и вычислений. 2002.
2. Коган Д.И., Бабкина Т.С. «Основы теории конечных автоматов и регулярных языков. Учебное пособие Издательство ННГУ, 2002 г.
3. Ахо А.В., Ульман Дж. Теория синтаксического анализа перевода и компиляции. М.: Мир. Т.1. 1978. 525 с.
4. Карпов Ю.Г. «Теория автоматов».- М.-С.-Пб.: Изд. дом "Питер", 2002.

### Əlavə

5. Гилл А. «Введение в теорию конечных автоматов», М., Наука, 1970.
6. Гилл А. Линейные последовательные машины: 1974.