Azərbaycan Respublıkasının Təhsil Nazirliyi
Bakı Dövlət Universiteti

Mexanika-riyaziyyat fakultəsi

Hesablama riyaziyyatı kafedrası

Mexanikanın hesablama üsulları

(İPFS-B06)

fənninin

PROQRAMI

İstiqamət: TE 01.00.00-Riyaziyyat

İxtisas: TE 05.05.02 Mexanika

Bakı Dövlət Universitetinin rektorunun 18.07.2016 tatixli R-75 saylı əmrinə əsasən çap olunur.

Bakı 2018

Tərtib edənlər: Bakı Dövlət Universitetinin «Hesablama riyaziyyatı» kafedrasının əməkdaşları f.r.e.d., prof. Q.Y. Mehdiyeva, f.r.e.d., prof. V.R. İbrahimov, f.r.e.n., dos. A.Y. Əliyev.

Elmi redaktor: Bakı Dövlət Universitetinin «Hesablama riyaziyyatı» kafedrasının müdiri f.r.e.d., prof. Q.Y.Mehdiyeva.

Rəyçilər: Azərbaycan Texniki Universitinin Riyaziyyat kafedrasının müdiri, t.e.d., prof. M.A. Dünyamalıyev

Bakı Dövlət Universitetinin «Hesablama riyaziyyatı» kafedrasının dosenti, f.r.e.n. Z.B. Seyidov

GİRİŞ

1. «Mexanikanın hesablama üsulları» fənninin məqsədi mexanika ixtisası tələbələrinə hesablama üsullarının əsaslarını öyrətmək və onlarda bu üsullardan mexanikanın müxtəlif məsələlərinin həllində istifadə etmək vərdişlərini yaratmaqdır. Bu fənndə təqribi hesablama üsulları nəzəriyyəsinin fundamental anlayışları öyrənilir, mexanika məsələlərinin həllinə tətbiq edıləcək xüsusi üsullar nəzərdən keçirilir,mexanikanın xarakter məsələlərinin hesablama üsullarına baxılır.

2. Tələbələr təqribi hesablama üsullarını və bu üsulları müxtəlif məsələlərinin həllinə tətbiq edə bilməlidirlər.Onlar mexanikanın müxtəlif məsələlərinin gətirildiyi riyazi fizika məsələlərinin müasir ədədi həll üsulları ilə tanış olmalıdırlar.

3.Tələbələr təqribi hesablama üsullarına dərində yiyələnərək, bu üsullarda hesablama düsturlarını almağı, xətaları hesablamağı bacarmalıdırlar.

4. Tələbələr təqribi hesablama üsullarını mexanikanın müxtəlif məsələlərinin həllinə tətbiq etmək vərdişlərinə yiyələnməlidirlər.Hesablama təcrübəsində məsələnin qoyuluşu,hesablama prosesinin planlaşdırılması,hesablama nəticələrinin emalı kimi vərdişlərə yiyələnməlidirlər

5.«Mexanikanın hesablama üsulları» fənni mühazirə və məşğələ dərslərində tədris olunur.

«Mexanikanın hesablama üsulları» fənni mexanika ixtisasına IV semestrdə 45 saat mühazirə və 45 saat məşğələ olmaqla 90 saat həcmində tədris olunur.

Mövzulara ayrılan dərs saatlarının miqdarı

№	Mövzular	Müh. saat. miq.	Məş. saat. miq.
1	Hesablama xətaları haqqında ümumi məlumat.	2	2
2	İnterpolyasiya məsələsi. İnterpolyasiya çoxhədliləri.	2	2
3	Splaynlar vasitəsilə yaxınlaşmalar.	2	2
4	Xətti cəbri tənliklər sistemi üçün yoxetmə (Qauss) üsulu.	2	2
5	Xətti cəbri tənliklər sistemi üçün kvadrat köklər üsulu.	2	2
6	Xətti cəbri tənliklər sistemi üçün ortoqonallaşdırma üsulu.	2	2
7	Qeyri-xətti tənliklər üçün Nyuton üsulu.	2	2
8	Qeyri-xətti tənliklər üçün xəttiləşdirmə üsulu.	2	2
9	Ədədi diferensiallama düsturları.	2	2
10	Sadə ədədi inteqrallama düsturları.	2	2
11	Adi diferensial tənliklər üçün Koşi məsələsi üçün qeyri aşkar Runqe-Kutta üsulu.	2	2
12	Adi diferensial tənliklər üçün Koşi məsələsi üçün ümumiləşmiş Adams üsulu.	2	2
13	Adi diferensial tənliklər üçün Koşi məsələsi üçün ümumiləşmiş Ştyörmer üsulu.	2	2
14	Adi diferensial tənliklər üçün Koşi məsələsinin həllinə A dayanıqlı üsulların tətbiqi.	2	2

15	Adi diferensial tənliklər üçün sərhəd məsələsinə atəş üsulunun tətbiqi.	2	2
16	Adi diferensial tənliklər üçün sərhəd məsələsi üçün sonlu fərqlər üsulu.	2	2
17	Adi diferensial tənliklər üçün sərhəd məsələsi üçün diferensial qovma üsulu.	2	2
18	Adi diferensial tənliklər üçün sərhəd məsələsinin başlanğıc məsələlərin həllinə gətirilməsi üsulu.	2	2
19	Adi diferensial tənliklər üçün sərhəd məsələsi üçün sonlu elementlər üsulu.	2	2
20	Adi diferensial tənliklər üçün sərhəd məsələsi üçün sərhəd şərtlərinin approksimasiyası üsulu.	2	2
21	Adi diferensial tənliklər üçün sərhəd məsələsi üçün Qalyorkin üsulu.	2	2
22	İstilikkeçirmə tənliyi üçün düz xətlər üsulu.	2	2
23	Simin rəqs tənliyi üçün düz xətlər üsulu.	1	1

1.Hesablama xətaları haqqında ümumi məlumat.

Adətən, verilmiş məsələnin həllini axtardıqda təqribi ədədlərə rast gəlinir. Bu təqribi ədədlər müxtəlif səbəblərdən yaranır. Əvvələn, məsələdə verilən məlum ədədlər eksperimentdən alındığından, bu ədədlərin təqribi qiymətləri verilmiş olur. İkinci, verilmiş riyazi məsələ mürəkkəb olduğundan onu daha sadə məsələ ilə əvəz edirlər ki, bu da müəyyən xətanın buraxılmasına səbəb olur. Üçüncü, hesablama prosesində elə ədədlər üzərində əməliyyat aparmaq lazım gəlir ki, onların dəqiq qiymətləri məlum olmur (məsələn, $\pi, e, \sqrt{2}$ ədədləri). Dördüncü, məsələnin həllinin dəqiq qiymətini praktik olaraq həmişə tapmaq mümkün olmur, həllin təqribi qiyməti götürülür.

Beşinci, adi hesablama əməliyyatını apardıqda belə, həmişə dəqiq qiyməti tapmaq mümkün olmur, yuvarlaqlaşdırılmış qiymət götürülür. [1-6]

2.İnterpolyasiya məsələsi. İnterpolyasiya çoxhədliləri.

Məlumdur ki, funksiya müxtəlif üsullarla verilir. Belə üsullardan biri cədvəl üsuludur: funksiya, dəyişənin sonlu sayda qiymətlərində verilir $(f(x_i), i=0,1,...,n)$. Lakin təcrübədə funksiyanın qiymətini dəyişənin başqa qiymətlərində də hesablamaq lazım gəlir. Belə halda elə sadə $P(x)$ funksiyasını qururlar ki,

$$P(x_i)=f(x_i) \quad (i=0,1,...,n)$$

şərtləri ödənilsin və $f(x)$-in təyin oblastının başqa nöqtələrində $P(x)-f(x)$ kafi qədər kiçik olsun. Belə $P(x)$ funksiyasının qurulmasına *interpolyasiya* məsələsi deyilir. [1-9]

3. Splaynlar vasitəsilə yaxınlaşmalar. İnterpolyasiya çoxhədlilərinin nöqsan cəhətlərindən biri bu çoxhədlilər ardıcıllığının interpolyasiya olunan funksiyaya bəzən yığılmamasıdır. Elə sonsuz sayda diferensiallanan funksiya var ki, bunun üçün qurulmuş interpolyasiya çoxhədliləri ardıcıllığı yığılmır. Son zamanlar, bu səbəbdən, interpolyasiya çoxhədliləri əvəzinə splaynlardan istifadə edirlər. İnterpolyasiya splaynlarının qiymətləri EHM-da asanlıqla hesablanır və onların ardıcıllığı yaxşı yığılma xassəsinə malik olur. [1-6]

4. Xətti cəbri tənliklər sistemi üçün yoxetmə (Qauss) üsulu.

Aşağıdakı kimi xətti cəbri tənliklər sisteminə baxaq:

$$\left.\begin{array}{l} a_{11}x_1+a_{12}x_2+...+a_{1n}x_n=b_1 \\ a_{21}x_1+a_{22}x_2+...+a_{2n}x_n=b_2 \\ .... \\ .... \\ a_{n1}x_1+a_{n2}x_2+...+a_{nn}x_n=b_n \end{array}\right\}$$

Yoxetmə üsulunun əsas ideyası bu sistemi ona ekvivalent «üçbucaq sisteminə» gətirməkdən ibarətdir. [1-6]

5. Xətti cəbri tənliklər sistemi üçün kvadrat köklər üsulu.

Simmetrik xətti cəbri tənliklər sisteminin təqribi həlli üçün tətbiq olunur. Sisteminin matrisini aşağıdakı şəkildə göstərmək olar:

$$A = BC,$$

burada B- aşağı üçbucaq matrisi, C isə yuxarı üçbucaq matrisidir: Onda

$$b = Ax = BCx = By,\ y = Cx.$$

Beləliklə, sistemi aşağıdakı kimi iki üçbucaq sisteminə parçalamış oluruq:

$$\left.\begin{array}{l} By = b, \\ Cx = y. \end{array}\right\}$$

[1-6,8]

6.Xətti cəbri tənliklər sistemi üçün ortoqonallaşdırma üsulu.

Aşağıdakı kimi xətti cəbri tənliklər sisteminə tətbiq olunur:

$$A = BC,$$

Fərz edilir ki, A simmetrik

$$(Ax, y) = (x, Ay)$$

və müsbət-müəyyən

$$(Ax, x) \geq \gamma^2 (x, x)$$

matrisdir. [1-6,8]

7. Qeyri-xətti tənliklər üçün Nyuton üsulu.

Aşağıdakı şəkildə tənliyə baxaq:

$$f(x) = 0\ .$$

Tutaq ki, $f(x)$ həqiqi dəyişənli həqiqi funksiyadır, $\bar{x}$ isə tənliyin həqiqi kökudür.

Tutaq ki, $[a,b]$ parçasında tənliyin yalnız bir həlli var və bu parçada $f'(x), f''(x)$ kəsilməzdir və sıfra çevrilmirlər. [1-6,8]

8. Qeyri-xətti tənliklər üçün xəttiləşdirmə üsulu.

Aşağıdakı şəkildə tənliyə baxaq:

$$f(x)=0 .$$

Bu cür qeyri-xətti tənliklərin təqribi həllinə baxılır. [1-6]

9. Ədədi diferensiallama düsturları.

Funksiyanın analitik ifadəsi mürəkkəb olduqda verilmiş nöqtədə onun törəməsinin dəqiq qiymətini praktikada hesablamaq çox vaxt mümkün olmur. Əgər funksiya «cədvəl üsulu» ilə verilibsə, yəni funksiyanın qiymətləri sonlu sayda nöqtələrdə verilibsə və onun verilmiş nöqtədə törəməsini hesablamaq tələb edilirsə, diferensial hesabı kursundan məlum üsullar məsələni həll etmək imkanına malik deyildir. Buna görə də bu məsələləri həll etmək üçün təqribi üsullardan istifadə edilir. [1-6,9]

10.Sadə ədədi inteqrallama düsturları.

Məlumdur ki, bir çox halda verilmiş funksiyanın inteqralını hesablamaq olmur. Buna görə də belə inteqralları hesablamaq üçün bir çox təqribi üsullar təklif olunur. [1-6]

11.Adi diferensial tənliklər üçün Koşi məsələsi üçün qeyri aşkar Runqe-Kutta üsulu.

Tutaq ki,

$$y'=f(x,y)$$

bir tərtibli qeyri-xətti diferensial tənliyin elə həllini tapmaq tələb olunur ki, aşağıdakı başlanğıc şərtini ödəsin:

$$y(x_0)=y_0 .$$

Məsələnin həllinə təqribi üsul tətbiq olunur. [1-6,9]

12.Adi diferensial tənliklər üçün Koşi məsələsi üçün ümumiləşmiş Adams üsulu.

Tutaq ki,

$$y'=f(x,y)$$

bir tərtibli qeyri-xətti diferensial tənliyin elə həllini tapmaq tələb olunur ki, aşağıdakı başlanğıc şərtini ödəsin:

$$y(x_0)=y_0 .$$

Məsələnin həllinə təqribi üsul tətbiq olunur. [1-6,9]

13.Adi diferensial tənliklər üçün Koşi məsələsi üçün ümumiləşmiş Ştyörmer üsulu.

Tutaq ki, $y' = f(x,y)$

bir tərtibli qeyri-xətti diferensial tənliyin elə həllini tapmaq tələb olunur ki, aşağıdakı başlanğıc şərtini ödəsin:

$$y(x_0)=y_0.$$

Məsələnin həllinə təqribi üsul tətbiq olunur. [1-6,9]

14.Adi diferensial tənliklər üçün Koşi məsələsinin həllinə A dayanıqlı üsulların tətbiqi.

Tutaq ki,

$$y'=f(x,y)$$

bir tərtibli qeyri-xətti diferensial tənliyin elə həllini tapmaq tələb olunur ki, aşağıdakı başlanğıc şərtini ödəsin:

$$y(x_0)=y_0.$$

Məsələnin həllinə təqribi üsul tətbiq olunur. [1-6,9]

15.Adi diferensial tənliklər üçün sərhəd məsələsinə atəş üsulunun tətbiqi.

Tutaq ki,

$$y''=f(x,y)$$

tənliyinin elə həllini tapmaq tələb olunur ki, aşağıdakı sərhəd şərtləri ödənsin

$$y(a)=y_a, y(b)=y_b.$$

Fərz edək ki, bu məsələnin həlli var; bu həllin təqribi qiymətlərini tapaq. Məsələnin həllinə təqribi üsul tətbiq olunur. [1-6,9]

16.Adi diferensial tənliklər üçün sərhəd məsələsi üçün sonlu fərqlər üsulu.

Tutaq ki,

$$y''=f(x,y)$$

tənliyinin elə həllini tapmaq tələb olunur ki, aşağıdakı sərhəd şərtləri ödənsin

$$y(a)=y_a, y(b)=y_b.$$

Fərz edək ki, bu məsələnin həlli var; bu həllin təqribi qiymətlərini tapaq. Məsələnin həllinə təqribi üsul tətbiq olunur. [1-6,9]

17.Adi diferensial tənliklər üçün sərhəd məsələsi üçün diferensial qovma üsulu.

Tutaq ki,

$$y'' = f(x, y)$$

tənliyinin elə həllini tapmaq tələb olunur ki, aşağıdakı sərhəd şərtləri ödənsin

$$y(a) = y_a, y(b) = y_b.$$

Fərz edək ki, bu məsələnin həlli var; bu həllin təqribi qiymətlərini tapaq. Məsələnin həllinə təqribi üsul tətbiq olunur. [1-6]

18.Adi diferensial tənliklər üçün sərhəd məsələsinin başlanğıc məsələlərin həllinə gətirilməsi üsulu.

Tutaq ki,

$$y''=f(x,y)$$

tənliyinin elə həllini tapmaq tələb olunur ki, aşağıdakı sərhəd şərtləri ödənsin

$$y(a)=y_a, y(b)=y_b.$$

Fərz edək ki, bu məsələnin həlli var; bu həllin təqribi qiymətlərini tapaq. Məsələnin həllinə təqribi üsul tətbiq olunur. [1-6]

19.Adi diferensial tənliklər üçün sərhəd məsələsi üçün sonlu elementlər üsulu.

Tutaq ki,

$$y'' = f(x, y)$$

tənliyinin elə həllini tapmaq tələb olunur ki, aşağıdakı sərhəd şərtləri ödənsin

$$y(a) = y_a, y(b) = y_b.$$

Fərz edək ki, bu məsələnin həlli var; bu həllin təqribi qiymətlərini tapaq. Məsələnin həllinə təqribi üsul tətbiq olunur. [1-6]

20.Adi diferensial tənliklər üçün sərhəd məsələsi üçün sərhəd şərtlərinin approksimasiyası üsulu.

Tutaq ki,

$$y'' = f(x, y)$$

tənliyinin elə həllini tapmaq tələb olunur ki, aşağıdakı sərhəd şərtləri ödənsin

$$y(a) = y_a, y(b) = y_b.$$

Fərz edək ki, bu məsələnin həlli var; bu həllin təqribi qiymətlərini tapaq. Məsələnin həllinə təqribi üsul tətbiq olunur. [1-6]

21.Adi diferensial tənliklər üçün sərhəd məsələsi üçün Qalyorkin üsulu.

Aşağıdakı sərhəd məsələsinin həllinə təqribi üsul tətbiq olunur.

$$y'' = q(x)y + f(x), y(a) = y_a, y(b) = y_b.$$

[1-6]

22.İstilikkeçirmə tənliyi üçün düz xətlər üsulu.

Düz xətlər üsulunda, şəbəkə üsulundan fərqli olaraq, bir dəyişənə nəzərən törəmələri sonlu fərqlərlə əvəz edib, adi diferensial tənliklər sistemi alırlar və alınan sistemin həllini məsələnin xətlər üzərində təqribi həlli kimi götürürlər. [1-6]

23.Simin rəqs tənliyi üçün düz xətlər üsulu.

$G = \{0 \le x \le X, 0 \le t < \infty\}$ oblastında

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = f(x, t)$$

tənliyi üçün düz xətlər üsuluna baxilir. [1-6]

Əsas ədəbiyyat

1. Я.Дж.Мамедов. Методы вычислений. Баку, Маариф, 1988, 308 с.
2. Y.C.Məmmədov.Təqribi hesablama üsulları. Bakı, Maarif, 2008,188 s.

3. Н.С.Бахвалов.Численные методы.М.,Наука, 1975, 631 с.
4. Б.С.Берзин, Н.П.Жидков. Методы вычислений. В 2-х т.3-е изд. М., Наука 1966, 598 с.
5. Г.И.Марчук. Методы вычислительной математики. Учеб пособие.М.Наука, 1980, 535 с.
6. А.А.Самарский. Теория разностных схем. Учеб. Пособие. М., Наука, 1983, 616 с.
7. A.Y.Əliyev, V.Ə.Piriverdiyev. Riyazi analizin təqribi hesablama üsulları. Bakı,Azərb. EA, 1993, 139 s.
8. A.Y.Əliyev, V.Ə.Piriverdiyev. Cəbrin təqribi hesablama üsulları. Bakı,Azərb. EA, 1993, 110 s.
9. A.Y.Əliyev, V.Ə.Piriverdiyev. Diferensial və inteqral tənliklərin təqribi hesablama üsulları. Bakı,Azərb. EA, 1993, 175 s.

Əlavə ədəbiyyat

10.Кукуджанов В.Н. Численные методы в механике сплошных сред. Курс лекций. М.: МАТИ, 2006

11.Ворожцов Е.В. Разностные методы решения задач механики сплошных сред (учебное пособие). Новосибирск: НГТУ, 1998

12.Андерсон, Дейл, Плетчер. Вычислительная гидромеханика и теплообмен.
Т.1, 2.- М.: “Мир”, 1982.С.723.

13. К.Б.Джакупов. Вычислительная механика. Алматы,2014, 176с

14.Н.Г.Бураго. Вычислительная механика. Москва,2012, 274 с

15.Победря Б.Е. Численные методы в теории упругости и пластичности: Учеб. пособие.-2-е изд.- М.: Изд-во МГУ, 1995.- 366 с.

Sərbəst işlərin mövzuları

1.Hesablama xətaları haqqında ümumi məlumat.
2.İnterpolyasiya məsələsi. İnterpolyasiya çoxhədliləri.
3.Splaynlar vasitəsilə yaxınlaşmalar.
4. Xətti cəbri tənliklər sistemi üçün yoxetmə (Qauss) üsulu.
5.Xətti cəbri tənliklər sistemi üçün kvadrat köklər üsulu.
6.Xətti cəbri tənliklər sistemi üçün ortoqonallaşdırma üsulu.
7.Qeyri-xətti tənliklər üçün Nyuton üsulu.
8. Qeyri-xətti tənliklər üçün xəttiləşdirmə üsulu.
9. Ədədi diferensiallama düsturları.
10.Sadə ədədi inteqrallama düsturları.
11.Adi diferensial tənliklər üçün Koşi məsələsi üçün qeyri aşkar Runqe-Kutta üsulu.
12.Adi diferensial tənliklər üçün Koşi məsələsi üçün ümumiləşmiş Adams üsulu.
13.Adi diferensial tənliklər üçün Koşi məsələsi üçün ümumiləşmiş Ştyörmer üsulu.
14.Adi diferensial tənliklər üçün Koşi məsələsinin həllinə A dayanıqlı üsulların tətbiqi.
15.Adi diferensial tənliklər üçün sərhəd məsələsinə atəş üsulunun tətbiqi.
16.Adi diferensial tənliklər üçün sərhəd məsələsi üçün sonlu fərqlər üsulu.
17.Adi diferensial tənliklər üçün sərhəd məsələsi üçün diferensial qovma üsulu.
18.Adi diferensial tənliklər üçün sərhəd məsələsinin başlanğıc məsələlərin həllinə gətirilməsi üsulu.
19.Adi diferensial tənliklər üçün sərhəd məsələsi üçün sonlu elementlər üsulu.
20.Adi diferensial tənliklər üçün sərhəd məsələsi üçün sərhəd şərtlərinin approksimasiyası üsulu.
21.Adi diferensial tənliklər üçün sərhəd məsələsi üçün Qalyorkin üsulu.
22.İstilikkeçirmə tənliyi üçün düz xətlər üsulu.
23.Simin rəqs tənliyi üçün düz xətlər üsulu.