AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ TƏHSİL NAZİRLİYİ

BAKI DÖVLƏT UNİVERSİTETİ

Qalina Yuryevna Mehdiyeva
Aydın Yunus oğlu Əliyev
Vladimir Əbdüloviç Piriverdiyev

PROQRAMLAŞDIRMA ÜZRƏ MƏSƏLƏLƏR

Ali məktəblər üçün dərs vəsaiti

Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirinin 30.12.03 tarixli 1008 saylı əmri ilə ali məktəb tələbələri üçün dərs vəsaiti kimi təsdiq edilmişdir.

Bakı-2004

Elmi redaktor: BDU-nun «Hesablama riyaziyyatı» kafedrasının müdiri, f.-r.e.n., dosent V.R.İbrahimov

Rəyçilər: Texnika elmləri doktoru, professor, BDU-nun «İnformasiya texnologiyaları və proqramlaşdırma» kafedrasının müdiri Ə.Ə.Əliyev,

AMEA-nın Kibernetika institutunun bölmə müdiri, baş elmi işçi, fizika-riyaziyyat elmləri namizədi, K.Ş.Məmmədov.

Q.Y.Mehdiyeva, A.Y.Əliyev, V.Ə.Piriverdiyev. Proqramlaşdırma üzrə məsələlər. Ali məktəblər üçün dərs vəsaiti, Bakı, BDU nəşriyyatı, 2004, 106 səh.

Fizika-riyaziyyat elmləri nəmizədləri, dosentlər Q.Y.Mehdiyeva, A.Y.Əliyev və V.Ə.Piriverdiyev tərəfindən hazırlanmış dərs vəsaiti proqramlaşdırmanın əsaslarına həsr edilib və proqramlaşdırma üzrə praktik məşğələlərin keçirilməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur. Kitabda müxtəlif mövzular üzrə çoxsaylı misal və məsələlər verilmişdir.

Kitab universitetlərin riyaziyyat ixtisaslı fakültələrinin tələbə və müəllimləri, proqramlaşdırma ilə məşğul olanlar üçün nəzərdə tutulmuşdur.

G İ R İ Ş

Dərs vəsaitində, Paskal dilində proqramlaşdırma üçün məsələ və misallar şərh olunmuşdur. Misallardan eyni zamanda digər alqoritmik dillərdə də proqram tərtib etmək üçün istifadə etmək olar. Burada proqramlaşdırma üzrə praktik məşgələlər üçün çoxlu sayda misallar verilir. Oxuculara kömək məqsəd ilə, bütün mövzular üzrə, həllin məntiqi sxemi və alqoritmi verilmiş misallar dərs vəsaitinə daxil edilmişdir. Kitabdakı məsələlər Paskal dili üzrə proqramlaşdırmanın bir çox mövzularını əhatə edir. Verilmiş misallar 20 bölmədə qruplaşdırılıbdır. Bu bölmələrdə praktikada ən çox istifadə olunan proqramlaşdırma üsulları və alqoritmləri nəzərdən keçirilmişdir.

Dərs vəsaiti universitetlərin riyaziyyat ixtisaslı fakültələrində tədris olunan «EHM və proqramlaşdırma» və «EHM-də praktikum» fənlərinin tədris proqramına uyğun yazılmışdır və müəlliflərin Bakı Dövlət Universitetinin mexanika-riyaziyyat fakültəsində apardıqları praktik məşğələlərin təcrübəsinə əsaslanmışdır.

M ü ə l l i f l ə r

Tapşırıq № 1. Xətti alqoritmlər.

Tapşırığın məqsədi.

1. Proqramın sadə strukturunun qavranılması.
2. Xətti alqoritmləri realizə edən proqramların hazırlanması vərdişlərinin aşılanması.
3. Dialoq rejimində proqramlarla praktik iş vərdişlərinin alınması, standart funksiyalardan istifadə qaydalarının mənimsənilməsi vərdişlərinin alınması.

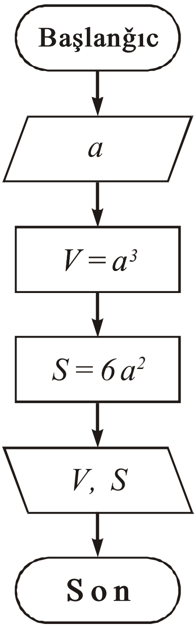
Məsələnin qoyuluşu.

Məsələnin şərtində tələb olunan hesablamaları aparıb, nəticə almaq, verilənlərin daxil edilməsini və çap olunmasını təmin etmək.

Hesabat forması.

1. Məsələnin qoyuluşu.
2. Proqramın mətni və onun yerinə yetirilmə nəticələri.
3. Nəticələr.

Məsələnin yerinə yetirilməsi üçün göstərişlər.



Əvvəlcə həllin alqoritmini qurub, sonra bu alqoritm əsasında proqramı yazmaq məsləhət olunur. Misal kimi, kubun verilmiş tilinə görə həcminin və tam səthinin sahəsinin tapılması məsələsinə baxaq. Tutaq ki, kubun tili a-ya bərabərdir, onda kubun həcmi $V = a^3$, tam səthinin sahəsi isə $S = 6a^2$ düsturu ilə təyin olunar.

Bu məsələnin həllinin blok-sxemi və Paskal dilində proqramı aşağıdakı kimi verilə bilər:

```
program prim1;
Var v,a,S:real;
begin read(a);
v := a*sqr(a);S := 6*sqr(a);
writeln(v,S)
end.
```

<u>Tapşırıq variantları</u>

1) Üç müsbət tam ədəd verilib. Onların ədədi və həndəsi orta-larını tapmalı.
2) Düzbucaqlı üçbucağın katetləri verilib. Onun perimetrini, sahəsini, daxilinə və xaricinə çəkilmiş çevrələrin radiuslarını hesablamalı.
3) Radiusu r olan çevrə boyunca çəkilmiş düzgün n-bucaqlının perimetr və sahəsini tapmalı.
4) Radiusu r olan çevrə daxilinə çəkilmiş düzgün n-bucaqlının perimetr və sahəsini tapmalı.
5) Bərabərtərəfli üçbucağın tərəfi verilib. Onun perimetrini, sahəsini, daxilinə və xaricinə çəkilmiş çevrələrin radiuslarını hesablamalı.
6) Düzbucaqlı üçbucağın kateti və bu katetə söykənən iti bucağı verilib. Onun perimetrin, sahəsini, daxilinə və xaricinə çəkilmiş çevrələrin radiuslarını tapmalı.
7) Düzbucaqlı üçbucağın kateti və bu katetin əks tərəfinə söy-kənən iti bucaq verilib. Onun perimetrini, sahəsini, daxilinə və xaricinə çəkilmiş çevrələrin radiuslarını tapmalı.
8) Düzbucaqlı üçbucağın hipotenuzu və iti bucağı verilib. Onun perimetrini, sahəsini, daxilinə və xaricinə çəkilmiş çevrələrin radiuslarını tapmalı.
9) Çevrəninin uzunluğu verilib. Bu çevrəninin daxilinə və xaricinə çəkilmiş düzgün üçbucaqlıların sahələrini tapmalı.
10) Dairənin sahəsi verilib. Bu dairənin daxilinə və xaricinə çəkilmiş kvadratların sahələrini və perimetrlərini tapmalı.
11) Üçbucaq öz bucaqlarının qiymətləri və xaricinə çəkilmiş dairənin radiusu ilə verilib.Üçbucağın perimetrini və sahəsini tapmalı.
12) Üçbucaq tərəfi və bu tərəfə söykənən iki bucağı ilə verilib. Bu üçbucağın daxilinə və xaricinə çəkilmiş dairələrin sahə-lərini tapmalı.
13) Üçbucaq iki tərəfi və bu tərəflər arasında qalan bucaqla verilib. Üçbucağın perimetrini və sahəsini tapmalı.
14) Üçbucaq tərəflərinin uzunluqları ilə verilib. Üçbucağın hündürlüyünü, medianını, bissektrisini və onun daxilinə, xaricinə çəkilmiş çevrələrin radiuslarını tapmalı.

15) Üçbucaq öz təpə nöqtələrinin koordinatları ilə verilib. Üçbucağın perimetrini və sahəsini tapmalı.
16) Üçbucaq tərəflərinin uzunluqları ilə verilib. Üçbucağın bucaqlarını tapmalı.
17) Rombun xaricinə çəkilmiş dairənin sahəsini, radiusunu, rombun verilmiş diaqonallarına əsasən tapılmalı.
18) Dairə öz radiusu ilə verilib. Dairənin xaricinə və daxilinə çəkilmiş düzgün n–bucaqlıların $(n = 3{,}4{,}6)$ sahələrini tapmalı.
19) Verilmiş x, y, z qiymətlərinə əsasən, aşağıdakıları hesablamalı:

1) $a = \dfrac{\sqrt{|x^2 - y|} - \sqrt[4]{|y + x|}}{1 + x^2 + y^2 + z^2}; \quad b = x \operatorname{arctg}\left(\dfrac{x^2 + y^2}{1 + z^2}\right)$

2) $a = \sin(x^2 + y^2 - z) \cdot e^{-x}; \quad b = \sqrt[3]{|x^2 + \cos y| + 1}$

3) $a = \cos(x^2 + 1)\sqrt{1 + y^2}\ ; \quad b = \operatorname{tg}(xy) + y^2$

4) $a = (1 + x^2 y^2)\sin(x + y); \quad b = \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2(x^2 + 1)}$

5) $a = \cos(xe^{-y}) + \sqrt{x^2 + e^y}; \quad b = \sin(x \cos y)$

6) $a = |y \sin x| + \sqrt{x^2 \cos(y + x)}; \quad b = \operatorname{tg}\left(\dfrac{x}{y^2 + 1}\right)$

7) $a = \left|y^2 tgx\right| + \sqrt{1 + x^2 + y^2}; \quad b = |y| \cdot |x|.$

8) $a = (y + x)\sin(x\sqrt{y}); \quad b = \cos(x^2 + y + 1).$

9) $a = \sqrt{1 + y^2} \cdot \operatorname{tg}\left(\dfrac{x^2}{1 + |y|}\right); \quad b = \sqrt{1 + y^2 e^{-xy}}$

10) $a = \sqrt{1 + x^2} \cdot \operatorname{ctg}\left(\dfrac{x \cos y}{1 + x^2}\right); \quad b = \sqrt{1 + xe^{-y^2}}$

Tapşırıq №2. Budaqlanan alqoritmlər.

Tapşırığın məqsədi

1. Sadə budaqlanan strukturlu proqramların öyrənilməsi.
2. Budaqlanan strukturlu alqoritmləri realizə edən proqramların təşkili vərdişlərinin alınması.
3. Şərt operatorlarından istifadə üçün praktik vərdişlərin alınması.

Məsələnin qoyuluşu.

Həqiqi x və y ədədləri verilib. (x,y) koordinatlı nöqtənin müstəvi üzərindəki ştrixlənmiş oblasta aid olub-olmadığını təyin etməli. Bu nöqtə verilmiş oblasta aid olarsa, $f(x,y)$ funksiyasının qiymətini, əks halda g(x,y) funksiyasının qiymətini hesablamalı.

Hesabat forması

1. Məsələnin qoyuluşu
2. Proqramın mətni və onun yerinə yetirilmə nəticələri.
3. Nəticələr.

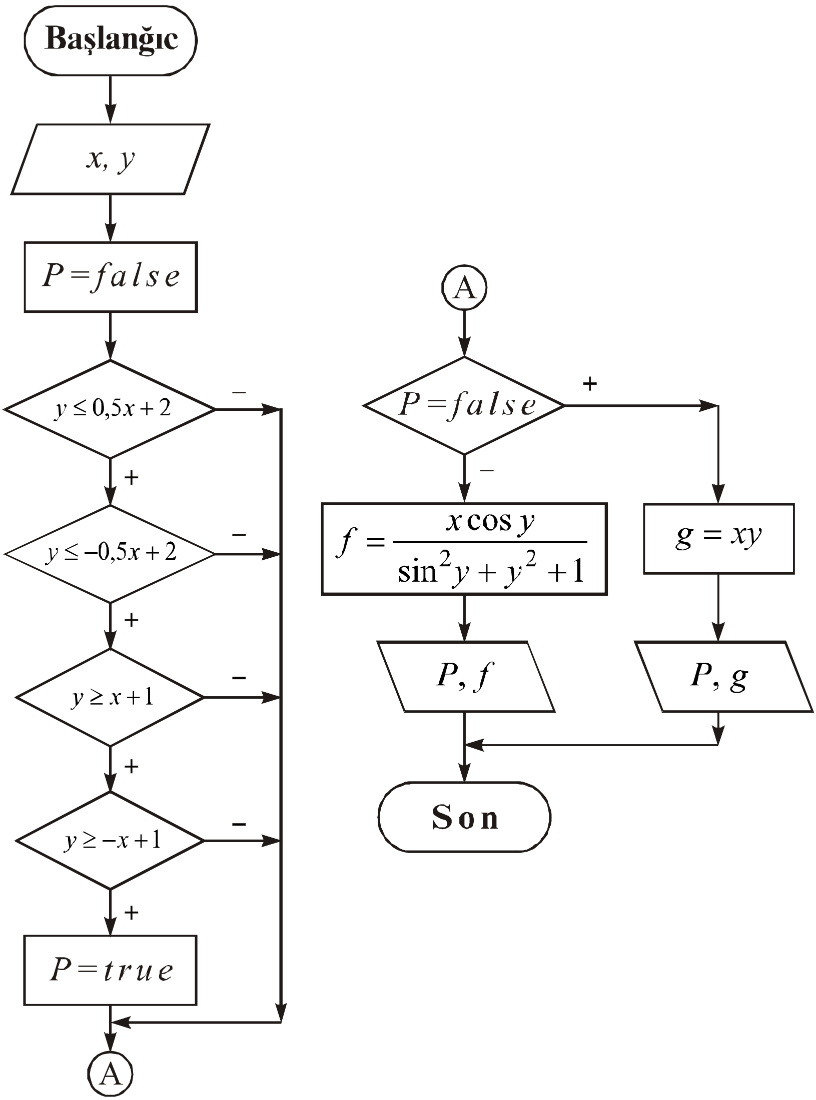
Məsələnin yerinə yetirilməsi üçün göstərişlər.

Həllin alqoritmini qurub, bu alqoritm əsasında proqramı yazmaq məsləhət olunur. Verilmiş oblastı bərabərsizliklərin kəsişməsi kimi ifadə etmək məqsədəuyğundur. Misal kimi, aşağıdakı məsələyə baxaq. (25 saylı tapşırıq variantı):

Ştrixlənmiş oblastı aşağıdakı bərabərsizliklər sistemi ilə verək:

$$y \le 0{,}5x + 2; \quad y \le -0{,}5x + 2; \quad y \ge x + 1; \quad y \ge -x + 1$$

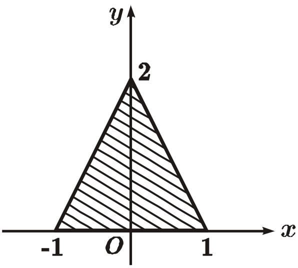
Onda (x, y) koordinatlı C nöqtəsi ştrixlənmiş oblasta düşərsə P məntiqi kəmiyyəti true qiymətini, əks halda isə false qiymətini alacaqdır. Məsələnin həlli üçün aşağıdakı alqoritm təklif olunur:


Başlanğıc
x, y
P = false
y ≤ 0,5x + 2
y ≤ −0,5x + 2
y ≥ x + 1
y ≥ −x + 1
P = true
A
A
P = false
f = x cos y / (sin²y + y² + 1)
g = xy
P, f
P, g
Son
+
−
+
−
+
−
+
−
+
−

Paskal dilində proqramı aşağıdakı şəkildə vermək olar:

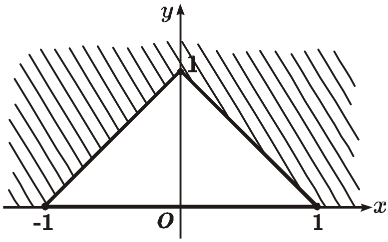
```
program p2;
var  p:boolean; x, y, f, g: real;
begin
      read (x,y); p:= false;
      if  y<=0.5*x+2  then
      if  y<=-0.5*x+2 then
      if  y>=x+1  then
      if  y>=-x+1  then  p:=true  ;
      if  p then begin
            f:=(x*cos(y)/(sqr(sin(y))+sqr(y)+1));
            writeln (p,f); end else begin g:=x*y;
writeln (p,g) end; end.
```

Tapşırıq variantları:



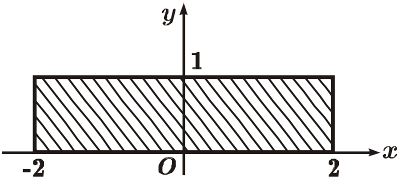
1. $f(x,y) = x^2 \cos(x-y);$

$g(x,y) = y\sqrt{|x| + y^2}.$



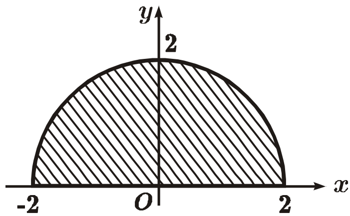
2. $f(x,y) = y\, tg(x^2 + \sin\ y);$

$g(x,y) = e^{x+y} \cdot (1 + |y|).$



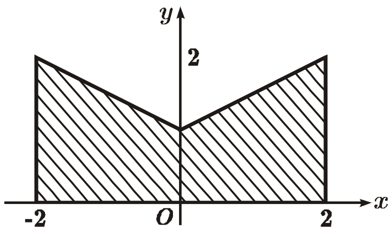
3. $f(x,y) = xy^3;$

$g(x,y) = |x + y| \sin y.$



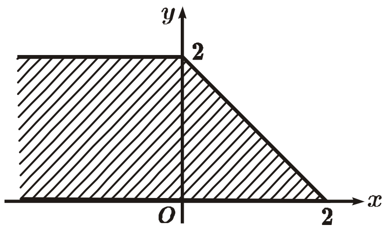
4. $f(x,y) = x + \cos y;$

$g(x,y) = \sin(x+y)\sqrt{|y| + 1}.$



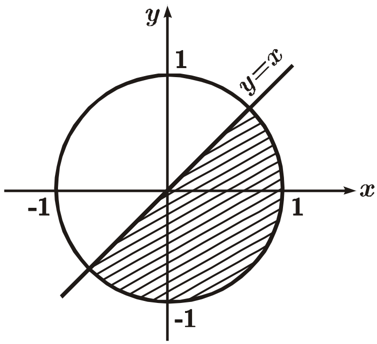
5. $f(x,y) = 2x + \sin y$;

$g(x,y) = tg(x+y)\,|\,y\,|$.



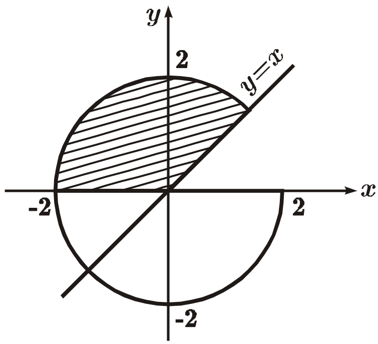
6. $f(x,y) = \cos x \cdot tg\, y$;

$g(x,y) = x\sqrt{1+y^2}$.



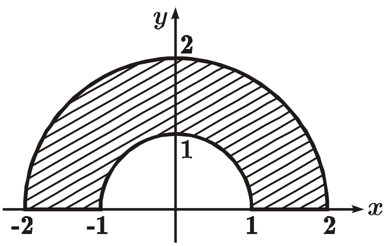
7. $f(x,y) = x^2 \sin y$;

$g(x,y) = y\ \cos x$.



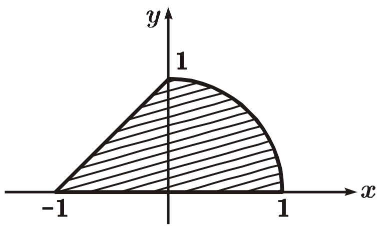
8. $f(x,y) = x\ \ tg(|\,y\,|)$;

$g(x,y) = \sqrt{y^2 + x^2}$.



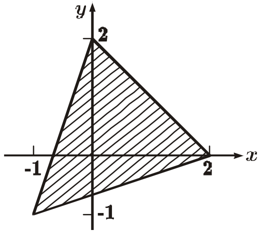
9. $f(x,y) = \sin x \cdot e^{x+y}$;

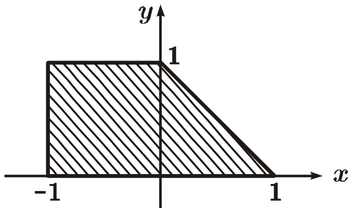
$g(x,y) = \sqrt{x^2 + y^2 + 1}\,\cos y$.



10. $f(x,y) = tg(x+y)$;

$g(x,y) = \sqrt{x}\,\cos\ y$.



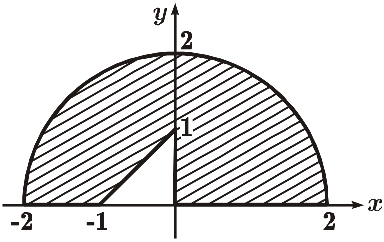


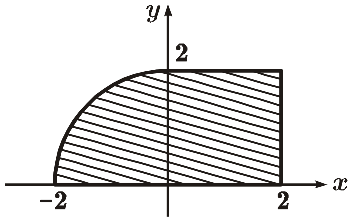
11. $f(x,y) = x\,\mathrm{tg}\,y$;

$g(x,y) = x^2 \cos y$.

12. $f(x,y) = x^3\,\mathrm{tg}(x+y)$;

$g(x,y) = \sqrt{x}\;|1+y|$.



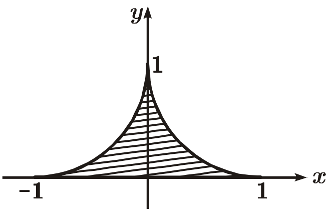


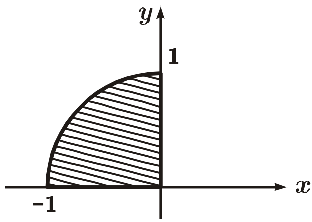
13. $f(x,y) = xy$;

$g(x,y) = x^2 - y\,|\,x\,|$.

14. $f(x,y) = |\,x\,| - |\,y\,|$;

$g(x,y) = x^2 \sin y$.



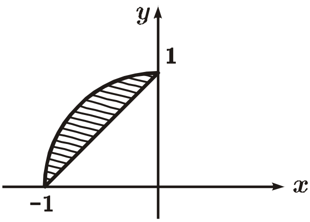


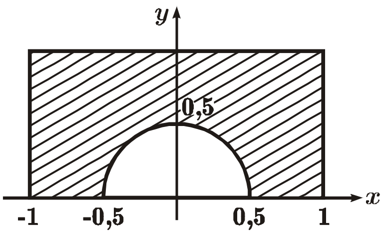
15. $f(x,y) = xy$;

$g(x,y) = x + y$.

16. $f(x,y) = x^2 + y^2$;

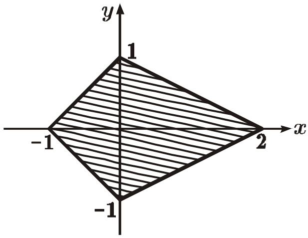
$g(x,y) = 1 - xy$.





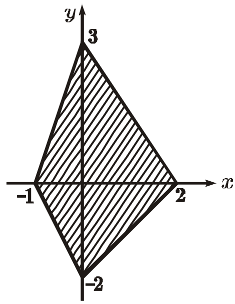
17. $f(x,y)=\dfrac{1}{x^2+y^2}$;

$g(x,y)=x+y+1.$



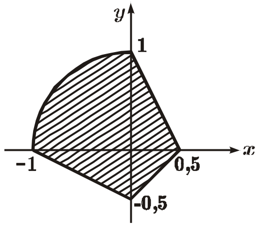
18. $f(x,y)=\dfrac{1}{xy+4}$;

$g(x,y)=|\,xy\,|$



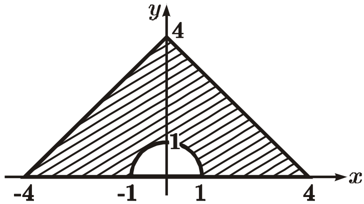
19. $f(x,y)=x+y$;

$g(x,y)=\sin x\cdot\sin y$.



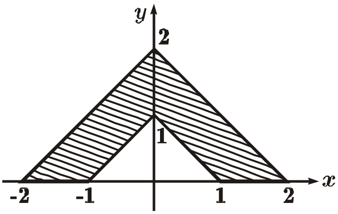
20. $f(x,y)=x^2+y^2+1$;

$g(x,y)=|\,x\,|\cdot\{y\}$.



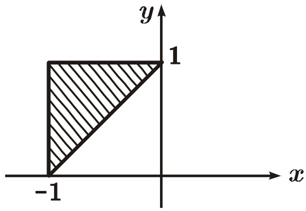
21. $f(x,y)=x\cos y$;

$g(x,y)=y\sin x$.



22. $f(x,y)=\dfrac{1}{(x^2+1)^2}+\dfrac{1}{(y+1)^2}$

$g(x,y)=\left|xy\right|\cdot\{x\}\cdot\{y\}$.

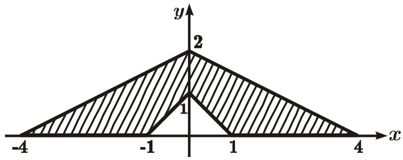


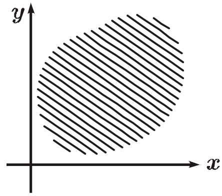
23. $f(x,y)=\dfrac{1}{|\,x+y\,|+1}$;

$g(x,y)=\dfrac{1}{x^2+y^2+1}$.

24. $f(x,y)=\dfrac{y}{x^2+1}$;

$g(x,y)=\dfrac{x}{y^2+1}$.





25. $f(x,y) = \dfrac{x\cos y}{\sin^2 y + y^2 + 1}$;

$g(x,y) = xy$.

26. $f(x,y) = e^x \cos y$;

$g(x,y) = e^y \sin x$.

{ } – ***bu işarə ədədin kəsr hissəsini bildirir.***

Tapşırıq №3. Sadə dövrlər

Tapşırığın məqsədi

1) Dövr operatorlarından istifadə etmək vərdişlərinin qazanılması.
2) İterasiyalı proseslərlə tanışlıq.

Məsələnin qoyuluşu.

Dövr operatorundan istifadə etməklə, tapşırıq variantında verilmiş elementlərin cəmini tapmalı və ehtiyac olduqda verilmiş iterasiya düsturu ilə ümumi həddin hesablanmasını təmin etməli.

Hesabat forması

1.Məsələnin qoyuluşu
2.Proqramın mətni
3.Konkret tapşırıq variantının həll nəticələri
4.Buraxıla biləcək səhvlərin analizi

Məsələnin yerinə yetirilməsi üçün göstərişlər.

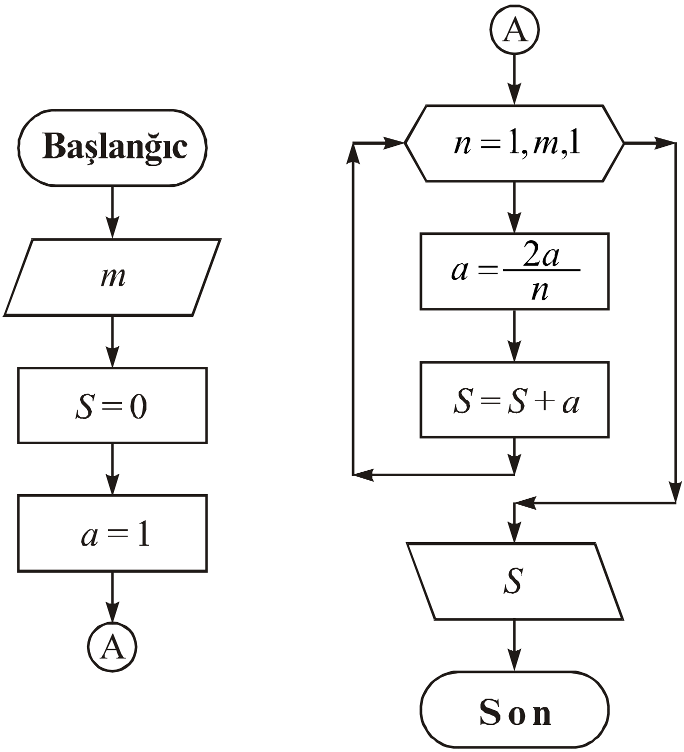
$a_n = \dfrac{2^n}{n!}$ ümumi hədli sıranın birinci m sayda toplananlarının cəminin tapılması üçün proqram quraq. Sıranın hədlərinin cəmini taparkən, növbəti həddin qiymətini tapmağa imkan verən rekurent düsturdan istifadə edilməlidir. Bunun üçün aşağıdakı düsturdan istifadə olunur:

$$\frac{a_{n+1}}{a_n} = \frac{2^{n+1}}{(n+1)!} : \frac{2^n}{n!} = \frac{2}{n+1}.$$

Buradan

$$a_{n+1} = \frac{2a_n}{n+1}, \quad n = 0,1,2,\ldots,m-1 \quad a_0 = 1.$$

Məsələnin həlli üçün uyğun blok-sxem və Paskal dilində proqram aşağıdakı kimidir:



```
program M3;
Var a,s : real;  m,n :  integer;
begin
read(m);s := 0;a := 1;
for n := 1  to m do
begin
a := 2 * a/n;  s := s + a
end;
writeln(s)
end.
```

Tapşırıq variantları.

Aşağıdakı cəmlərin hesablanma proqramlarını yazmalı:

1. $\sum_{i=1}^{n} \frac{3^i}{i!}$; **2.** $\sum_{i=1}^{n} \frac{(-1)^i}{i!}$; **3.** $\sum_{i=1}^{n} \frac{i^n}{i!}$; **4.** $\sum_{i=1}^{n} \frac{2^i}{i!}$;

5. $\sum_{i=1}^{n} \frac{2i-1}{i^3}$; **6.** $\sum_{i=1}^{n} \frac{i^3}{i!}$; **7.** $\sum_{i=1}^{n} \frac{(-1)^i}{i!!}$; **8.** $\sum_{i=1}^{n} \frac{(-2)^i}{(2i)!!}$;

9. $\sum_{i=1}^{n} \frac{2^i}{(2i-1)!!}$; **10.** $\sum_{i=1}^{n} \frac{i!}{(2i)!}$; **11.** $\sum_{i=1}^{n} \frac{(i)!!}{i^i}$; **12.** $\sum_{i=1}^{n} \frac{(2i)!!}{i^i}$;

13. $\sum_{i=1}^{n} \frac{(2i-1)!!}{i^i}$; **14.** $\sum_{i=1}^{n} \frac{\ln(i!)}{i^3}$; **15.** $\sum_{i=2}^{n} \frac{2^i \cdot i^{\ln i}}{i!\,(\ln i)^i}$; **16.** $\sum_{i=1}^{n} \frac{i!}{2^i \cdot i^{i}}$;

17. $\sum_{i=2}^{n} \frac{i!}{\ln(i!)\, i^{\sqrt{i}}}$; **18.** $\sum_{i=1}^{n} \frac{2^i}{e^{\sqrt{i}}}$; **19.** $\sum_{i=1}^{n} \frac{i^3}{e^i}$; **20.** $\sum_{i=1}^{n} \frac{i^3}{e^{\sqrt{i}}}$;

21. $\sum_{i=1}^{n} \frac{i}{e\sqrt[3]{i}}$; **22.** $\sum_{i=1}^{n} \frac{i^2}{e^i}$; **23.** $\sum_{i=1}^{n} \frac{i^3}{e^i \ln(i+1)}$; **24.** $\sum_{i=1}^{n} \frac{\ln(i+2)}{e^{\sqrt{i}}}$;

25. $\sum_{i=1}^{n} e^i \ln(i^2 + i + 1)$.

Tapşırıq №4. Şərtlərdən asılı sadə dövrlər.

Tapşırığın məqsədi

1. Şərt qabaqcadan və şərt sonradan yoxlanılan dövr operatorlarından istifadə etmək vərdişlərinin alınması.
2. Verilmiş dəqiqliklə hesablama aparmaq vərdişlərinin alınması.

Məsələnin qoyuluşu

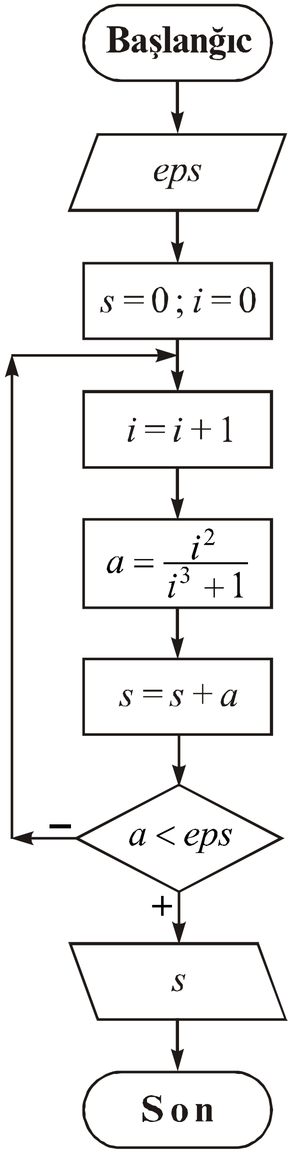
Şərt qabaqcadan və şərt sonradan yoxlanılan dövr operatorlarından istifadə etməklə tapşırıq variantlarında verilən sonsuz sıraların cəmini tapşırıqda verilən dəqiqiliklə tapmalı.

Hesabat forması

1.Məsələnin qoyuluşu.
2.Proqramın mətni.
3.Konkret tapşırıq variantının həll nəticələri.
4.Buraxıla biləcək səhvlərin analizi.

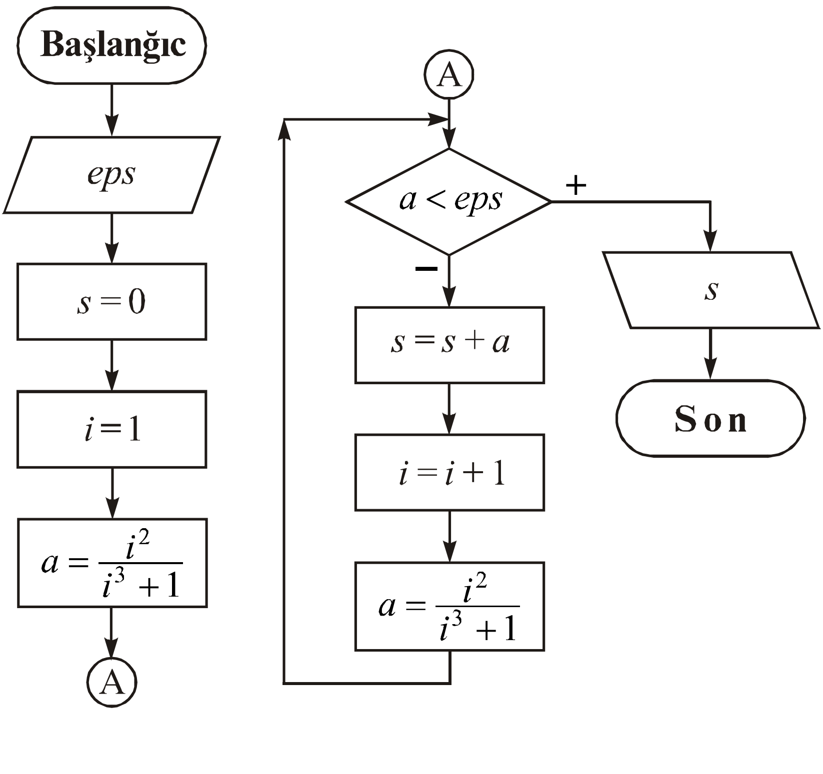
Tapşırığın yerinə yetirilməsi üçün göstərişlər.

$\sum_{i=1}^{\infty} \frac{i^2}{i^3+1}$ sırasının $\varepsilon = 10^{-4}$ dəqiqliyi ilə hesablanması üçün proqram quraq. Bunun üçün şərt qabaqcadan və şərt sonradan yoxlanılan dövr operatorlarından istifadə edək. Əgər şərt sonradan yoxlanılan dövr operatorundan istifadə etsək, onda qoyulmuş məslənin həlli üçün blok-sxem və proqram aşağıdakı formada olar:


Başlanğıc
eps
s = 0 ; i = 0
i = i + 1
a = i^2 / (i^3 + 1)
s = s + a
a < eps
−
+
s
Son

```
program M4;
Var i : integer; EPS, S, A : real;
Begin
read (EPS); S := 0; i = 0;
repeat
i := i + 1; A := sqr(i)/(i * sqr(i) + 1);
S := S + A;
until A < EPS;
writeln(S)
end.
```

Şərt qabaqcadan yoxlanılan dövr operatorundan istifadə etsək, onda məsələninin həlli üçün blok-sxem və proqram aşağıdakı formada olar:



```
program m41;
var i:integer; eps,s,a:real;
begin
read (eps);s:=0;i:=1;
a:=sqr(i)/(i*sqr(i)+1);
while a>=eps do
begin
s:=s+a;i:=i+1;
a:=sqr(i)/(i*sqr(i)+1)
end;
writeln(s)
end.
```

Tapşırıq variantları.

Sonsuz sıranın verilmiş eps(eps=10^{-4}) dəqiqliyi ilə hesablanması proqramlarını qurmalı:

1. $\sum_{i=1}^{\infty}\frac{i^2}{i^4+1}$; **2.** $\sum_{i=1}^{\infty}\frac{(-1)^i}{i^2+1}$; **3.** $\sum_{i=1}^{\infty}\frac{i}{i^3+1}$; **4.** $\sum_{i=1}^{\infty}\frac{2^i}{i!}$;

5. $\sum_{i=1}^{\infty}\frac{(-1)^i}{i!}$; **6.** $\sum_{i=1}^{\infty}\frac{i^2+1}{i^4+i^2+1}$; **7.** $\sum_{i=1}^{\infty}\frac{2i-1}{i^2+1}$; **8.** $\sum_{i=1}^{\infty}\frac{2^i}{i^i}$;

9. $\sum_{i=1}^{\infty}\frac{i^3}{e^i}$; **10.** $\sum_{i=1}^{\infty}\frac{\ln(i+1)}{i^2+1}$; **11.** $\sum_{i=1}^{\infty}e^{-i}\ln(i+1)$; **12.** $\sum_{i=1}^{\infty}\frac{1}{i^3}$;

13. $\sum_{i=1}^{\infty}ie^{-i}$; **14.** $\sum_{i=1}^{\infty}\frac{i}{\ln^3(i+1)}$; **15.** $\sum_{i=1}^{\infty}i^{-2}e^{-i}$; **16.** $\sum_{i=1}^{\infty}ie^{-i^2}$;

17. $\sum_{i=1}^{\infty}\frac{i}{e^{i^2}}$; **18.** $\sum_{i=1}^{\infty}\frac{i^2+2i+1}{i^4+2i^2+1}$; **19.** $\sum_{i=1}^{\infty}\frac{\sin i}{i}$; **20.** $\sum_{i=1}^{\infty}\frac{\cos i}{i^2}$;

21. $\sum_{i=1}^{\infty} \sin ie^{-i}$; **22.** $\sum_{i=1}^{\infty} \cos ie^{-i}$; **23.** $\sum_{i=1}^{\infty} \frac{i \sin i}{i^2 + 1}$; **24.** $\sum_{i=1}^{\infty} \frac{i \cos i}{i^2 + 1}$;

25. $\sum_{i=1}^{\infty} \frac{i \sin i + i^2 \cos i}{i^3 + 1}$;

Tapşırıq №5. Bir-birinin daxilində verilən dövrlər.

Tapşırığın məqsədi

1. Bir-birinin daxilində verilən dövrlərdən istifadə etmək vərdişlərinin alınması
2. Bir-birinin daxilində verilən dövrlərin qurulmasının xüsusiyyətləri.

Məsələnin qoyuluşu

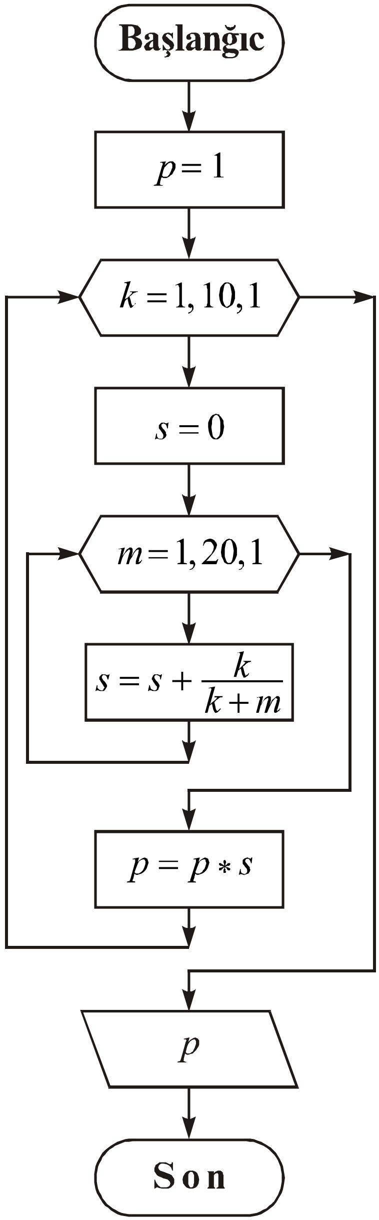
Məsələ variantlarında verilmiş kəmiyyətlərin parametrli dövr operatorundan istifadə etməklə hesablanması.

Hesabat forması.

1. Məsələnin qoyuluşu
2. Proqramın mətni
3. Konkret məsələ variantının həllinin nəticələri.
4. Buraxıla biləcək səhvlərin analizi.

Məsələnin yerinə yetirilməsi üçün göstərişlər.

$\prod_{k=1}^{10} \sum_{m=1}^{20} \frac{k}{k+m}$ hesablanması üçün proqram quraq. Nəzərə almaq lazımdır ki, burada K-nın hər bir qiyməti üçün əvvəlcə cəm hesablanır, sonra isə alınan cəmlərin hasili təyin edilir. Həllin alqoritmi və proqramı aşağıdakı şəkildədir:


Başlangıç
$p=1$
$k=1,10,1$
$s=0$
$m=1,20,1$
$s=s+\frac{k}{k+m}$
$p=p*s$
p
Son

```
program ms;
var p,s: real; k,m: integer;
begin p:=1;
for k:=1 to 10 do
begin s:=0;
for m:=1 to 20 do
s:=s+k/(k+m); p:=p*s
end;
writeln (p)
end.
```

Məsələ variantları.

Aşağıdakı kəmiyyətlərin hesablanması üçün proqramlar qurmalı:

1. $g(x,y)=\dfrac{x}{y^2+1}$.

2. $\sum\limits_{i=1}^{10}\prod\limits_{k=1}^{10}\dfrac{i^2}{k+i^2}$;

3. $\sum\limits_{k=1}^{10}\prod\limits_{m=1}^{10}\dfrac{k+m}{k+m+2}$;

4. $\prod\limits_{i=1}^{10}\sum\limits_{k=1}^{10}\dfrac{k+1}{k^2+i}$;

5. $\prod\limits_{i=1}^{10}\sum\limits_{k=1}^{10}\dfrac{i+k}{i^2+k}$;

6. $\prod\limits_{i=1}^{10}\sum\limits_{k=1}^{20}\dfrac{k+i}{k^2+i^2}$;

7. $\sum\limits_{i=1}^{10}\sum\limits_{j=1}^{15}\dfrac{i}{i^2+j^2}$;

8. $\sum\limits_{i=1}^{10}\sum\limits_{j=1}^{15}\dfrac{i^2}{j+i^2}$;

9. $\sum\limits_{i=1}^{10}\sum\limits_{j=1}^{15}\dfrac{i+j}{i+j+2}$;

10. $\sum\limits_{i=1}^{10}\sum\limits_{j=1}^{15}\dfrac{j^2}{j^2+1}$;

11. $\sum\limits_{i=1}^{10}\sum\limits_{j=1}^{20}\dfrac{j^2}{i^2+1}$;

12. $\sum\limits_{i=1}^{15}\sum\limits_{j=1}^{10}\dfrac{j+i}{j^2+1}$;

13. $\prod\limits_{i=1}^{10}\prod\limits_{j=1}^{10}\dfrac{i}{i+j}$;

14. $\prod\limits_{i=1}^{10}\prod\limits_{j=1}^{10}\dfrac{j+i}{i+j+1}$;

15. $\prod\limits_{i=1}^{10}\prod\limits_{j=1}^{10}\dfrac{j+i^2}{j^2+i+1}$;

16. $\sum_{i=1}^{10}\sum_{k=1}^{i}\frac{k}{k+i}$; **17.** $\sum_{i=1}^{10}\sum_{k=1}^{i}\frac{k^2}{k^2+i}$; **18.** $\sum_{i=1}^{10}\sum_{k=i+1}^{i+5}\frac{k}{k^2+i^2}$;

19. $\sum_{i=1}^{10}\prod_{k=1}^{i}\frac{k}{k+i}$; **20.** $\sum_{i=1}^{10}\prod_{k=1}^{i}\frac{k^2}{k^2+i}$; **21.** $\sum_{i=1}^{10}\prod_{k=i+1}^{i+5}\frac{k}{k^2+i^2}$;

22. $\prod_{i=1}^{10}\sum_{k=1}^{i}\frac{k}{k+i}$; **23.** $\prod_{i=1}^{10}\sum_{k=1}^{i}\frac{k^2}{k^2+i}$; **24.** $\prod_{i=1}^{10}\prod_{k=1}^{i}\frac{k}{k+i}$;

25. $\prod_{i=1}^{10}\prod_{k=1}^{i}\frac{k^2}{k^2+i}$.

Tapşırıq №6. Mürəkkəb dövrlər

Tapşırığın məqsədi

1. Dövr operatorlarından istifadə vərdişlərinin möhkəmləndirilməsi.
2. Simvol informasiyası ilə iş vərdişlərinin alınması.
3. Ədədlərin ixtiyari say sistemlərindən onluq say sisteminə keçirilməsi alqoritminin öyrənilməsi.

Məsələninin qoyuluşu.

Verilmiş P say sistemində ədədin yazılışını ifadə edən simvollar ardıcıllığını daxil etməli. Daxil edilən simvolların N sayı (ədədin mərtəbəsi) məsələ variantı ilə təyin edilir.Bu ədədi onluq say sisteminə keçirib, onun M ədədinin tam bölünəni (M ədədi məsələ variantında verilir) olub-olmadığını təyin etməli. Ədədi əvvəl verildiyi və onluq say sistemində çapa verməli. Əgər ədəd M ədədinin tam bölünənidirsə, ədədi çap etməli, əgər ədəd M-in tam bölünəni deyilsə, bölmə nəticəsində qalan qalıq həddini çap etməli.

Hesabat forması

1. Məsələnin qoyuluşu

2. Onluq say sisteminə keçid alqoritminin təsviri.
3. Tam ədədlərin bölünməsi nəticəsində qalan qalıq həddinin tapılması alqoritminin təsviri.
4. Proqramın mətni və onun yerinə yetirilməsi nəticələri.
5. Buraxıla biləcək səhvlərin analizi.

Məsələnin yerinə yetirilməsi üçün göstərişlər.

Tapşırığın yerinə yetirilməsi zamanı ədədin ixtiyari say sistemindən onluq say sisteminə keçirilməsi və tam ədədlərin bölünməsi zamanı qalıq həddin hesablanması alqoritmləri ilə tanış olmaq tələb olunur.

Misal üçün aşağıdakı məsələyə baxaq:
P=12 say sistemində verilmiş və N=5 simvoldan ibarət ədədi onluq say sisteminə keçirib, proqramın yerinə yetirilmə nəticələrini çapa verməli:

```
program m6;
var s: char; p,m,n: integer;
begin readln; m:=0;n:=5; p:=12;
for i:=1 to n do
begin read (s);write(s);
if(s>=’0’) and (s<=’9’) then
m:=m*p+ord(s)-ord (‘0’) else
m:=m*p+ord(s)-ord (‘a’)+10
end;
writeln; writeln (m:8)
end.
```

Tapşırıq variantları

Variantın nömrəsi	N	P	M
1	5	3	4
2	4	2	3

3	3	11	3
4	3	12	10
5	5	8	4
6	3	11	11
7	6	7	5
8	4	9	7
9	8	6	8
10	5	2	2
11	4	8	6
12	3	15	7
13	5	2	7
14	5	7	5
15	8	4	10
16	4	9	6
17	3	9	4
18	4	7	5
19	7	5	4
20	6	4	7
21	4	14	8
22	5	9	3
23	4	6	7
24	3	8	3
25	3	20	12

Tapşırıq №7. Simvollar ardıcıllığının emalı.

<u>Tapşırığın məqsədi</u>

1. Dövr operatorlarından istifadə vərdişlərinin möhkəmləndirilməsi.
2. Tam ədədlərlə iş vərdişlərinin alınması

<u>Məsələnin qoyuluşu</u>

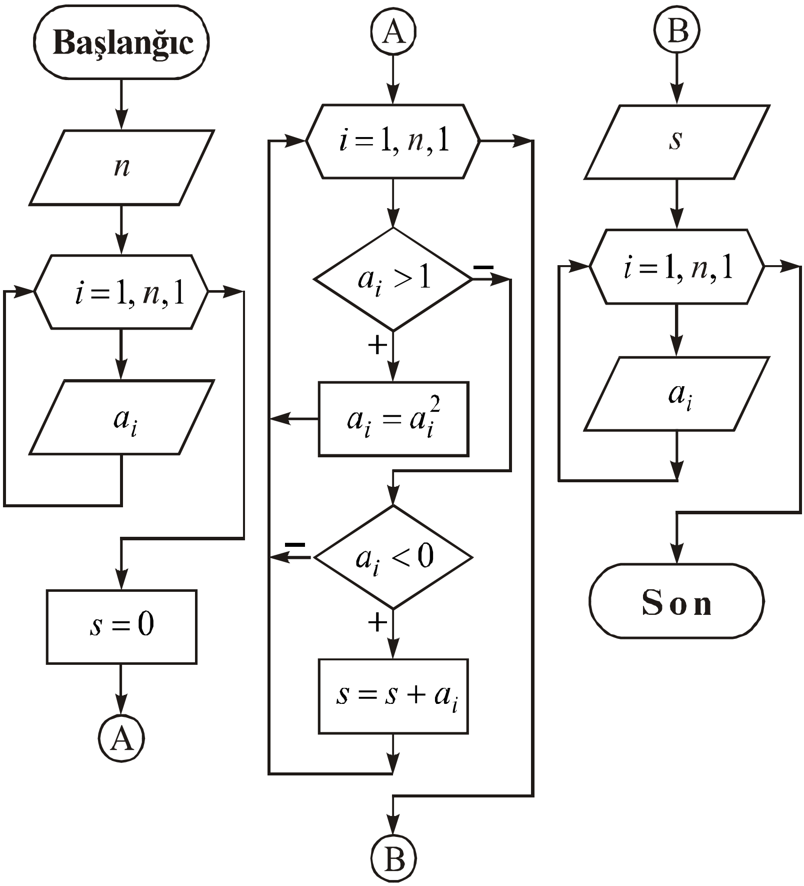
Tapşırıq variantında verilmiş simvollar ardıcıllığının daxil edib, çap etməli və tapşırığa uyğun onları emal edib, nəticələri çapa vermək.

<u>Hesabat forması</u>.

1. Məsələnin qoyuluşu
2. Məsələnin həll alqoritmi
3. Proqramın mətni və onun yerinə yetirilmə nəticələri.

<u>Tapşırıq variantının yerinə yetirilməsi üçün göstərişlər</u>.

n natural ədədi və $a_1, a_2, ..., a_n$ həqiqi ədələri verilib. Verilmiş ardıcıllığın vahiddən böyük hər bir həddin i , onun kvadratı ilə əvəz etməli və mənfi ədədlərin cəmini tapmalı.



```
program m7;
const n=10;
var n,i: integer; s: real;
a: array [1..n] of real;
begin s:=0;
for i:=1 to n do begin read (a[i]);
if a [i]>1 then a[i]:=sqr (a[i]) else
if a [i]<0 then s:=s+a[i]
end;
writeln (s);
for i:=1 to n do
writeln (a[i])
end.
```

<u>Tapşırıq variantları.</u>

<u>Dövr və budaqlanmanın uzlaşması. Tam ədədlər</u>

1. N natural ədədi və $a_1,...,a_n$ - həqiqi ədədləri verilib. Bu həqiqi ədədlər daxilində ən böyüyünü tapmalı.
2. N natural ədədi və $a_1,...,a_n$ - həqiqi ədədləri verilib. Tək indeksli ədədlərin ən kiçiyini tapmalı.
3. N natural ədədi və $a_1,...,a_n$ - həqiqi ədədləri verilib. Cüt indeksli ədədlərin ən böyüyünü tapmalı.
4. N natural ədədi və $a_1,...,a_n$ - həqiqi ədədləri verilib. Müsbət ədədlərin cəmini və sayını tapmalı.
5. N natural ədədi və $a_1,...,a_n$ - həqiqi ədədləri verilib. Mənfi ədədlərin kvadratları cəmini tapmalı.
6. N natural ədədi və $a_1,...,a_n$ - həqiqi ədədləri verilib. $a_1,...,a_n$ ardıcıllığında müsbət ədədləri bir vahid artırmalı, mənfi ədədləri isə 0.1 ədədi ilə əvəz etməli.
7. N natural ədədi və $a_1,...,a_n$ - həqiqi ədədləri verilib. $a_1,...,a_n$ ardıcıllığında ikidən kiçik bütün ədədləri sıfırla əvəz etməli.

8. N natural ədədi və $a_1,...,a_n$ - həqiqi ədədləri verilib. Ardıcıllıqdakı mənfi ədədlərin sayını və müsbət ədədlərin hasilini tapmalı.
9. N natural ədədi və a, $x_1...,x_n$ tam ədədləri verilib. Əgər $x_1...,x_n$ ardıcıllığında a-ya bərabər heç olmasa bir element varsa, onda ardıcıllığın bu cür həddindən sonra gələn elementlərin cəmini tapmalı.
10. Tam a,n, $x_1...,x_n$ ədədləri verilib. $x_1...,x_n$ ardıcıllığında a-ya bərabər olan həddin sıra nömrəsini təyin etməli, belə bir element yoxdursa, sıfır çap olunmalı.
11. N natural ədədi və $x_1...,x_n$ tam ədədləri verilib. $x_1...,x_n$ ardıcıllığında müsbət və ya mənfi ədədlərin çoxluq təşkil etdiyini təyin etməli.
12. N natural ədədi və $x_1...,x_n$ tam ədədləri verilib. Ardıcıllığın ən böyük həddinin mütləq qiymətcə vahiddən böyük olub-olmadığını təyin etməli.
13. N natural ədədi və $a_1,...,a_n$ - tam ədədləri verilib. $a_1,...,a_n$ ardıcıllığında neçə cüt ədəd olduğunu təyin etməli.
14. N natural ədədi və $a_1,...,a_n$ - tam ədədləri verilib. Ardıcıllıqdakı tək ədədlərin cəmini tapmalı.
15. N natural ədədi və $a_1,...,a_n$ - tam ədədləri verilib. Ardıcıllığın cüt ədədlərinin ən böyüyünü tapmalı.
16. N natural ədədi və $a_1,...,a_n$ - tam ədədləri verilib. Ardıcıllıqdakı tək ədədlərin ən kiçiyini tapmalı.
17. N natural ədədi və $a_1,...,a_n$ - tam ədədləri verilib. Ardıcıllığın tək ədədlərindən ibarət ardıcıllıq qurmalı.
18. N natural ədədi və $a_1,...,a_n$ - tam ədədləri verilib. Ardıcıllıqda tək və ya cüt ədədlərin çox olduğunu təyin etməli.
19. N tam ədədi verilib. A və B massivləri aşağıdakı qayda üzrə qurulur. Əgər i- tək ədəddirsə a_i=i, əks halda a_i=i/2 və əgər i– tək ədəddirsə, $b_i=i^2$, əks halda $b_i=i^2+2$. Hesablamalı: $(a_1-b_1)^2+...+(a_n-b_n)^2$

20. N, a_1...,a_n - tam ədədləri verilib. B massivinin elementləri ardıcıllığın elementlərindən aşağıdakı kimi qurulur: Əgər a_i-nin 3 qiymətinə nisbəti 1 qalığını verirsə, $b_i=a_i^2$, əks halda $b_i=1/a_i^2$. Hesablamalı: alınan B massivi elementlərinin cəmini.
21. N, $a_1,...,a_n$ - tam ədədləri verilib. Bu ədədlərdən 3-ə qalıqsız bölünənlərin sayını və cəmini tapmalı.

Tapşırıq № 8. Matrislərə aid məsələlər.

Tapşırığın məqsədi

1. Matrislərə aid misallar üzərində ikiölçülü massivlərlə iş vərdişlərinin qazanılması.
2. Matrislərlə iş zamanı giriş və çıxışın təşkili.

Hesabat forması

1. Məsələnin qoyuluşu
2. Məsələninin həll alqoritmi.
3. Proqramın mətni və onun yerinə yetirilmə nəticələri.

Tapşırıq variantının yerinə yetirilməsi üçün göstərişlər.

15x15 ölçülü tam ədədlərdən ibarət kvadrat matris verilib. Matrisin sıfıra bərabər ünsürlərinin sayını tapmalı.

```
program p8;
var a: array [1..15,1..15] of integer;
i,j,s: integer;
begin s:=0;
for i:=1 to 15 do
for j:=1 to 15 do read (a[i,j]);
for i:=1 to 15 do
for j :=1 to 15 do
if a[i,j]=0 then s:=s+1;
writeln (s)
end.
```

Tapşırıq variantları

1. Bütün elementləri sıfır olmayan n x m ölçülü, həqiqi ədədlərdən ibarət matris verilib. Bu matrisin hər bir elementinin həmin matrisin mütləq qiymətcə ən böyük elementi ilə cəmindən düzələn yeni matris qurmalı.
2. nxn ölçülü, həqiqi ədədlərdən ibarət kvadrat matris verilib. Bu matrisin indekslərinin cəmi cüt olan elementlərini sıfırla əvəz etməli.
3. n x m ölçülü həqiqi ədədlərdən ibarət matris verilib. Bu matrisin ən böyük və ən kiçik elementlərinin hasilini tapmalı.
4. m x n ölçülü, həqiqi ədədlərdən ibarət matris verilib. Onun sətrlərinin ən kiçik elementlərinin hasilini tapmalı.
5. n x m ölçülü, həqiqi ədədlərdən ibarət matris verilib. Onun sütunlarının ən böyük elementlərinin cəmini tapmalı.
6. n x m ölçülü, həqiqi ədədlərdən ibarət matris verilib. Hər bir sətrin ən böyük elementləri içərisindən ən kiçiyini tapmalı.
7. n x m ölçülü, həqiqi ədədlərdən ibarət matris verilib. Hər bir sütunun ən kiçik elementləri içərisindən ən böyüyünü tapmalı.
8. n x n ölçülü, həqiqi ədədlərdən ibarət matris verilib. Baş diaqonal elementi mənfi olan sətrlərdə bütün elementlərin hasilini tapmalı.
9. n x n ölçülü, həqiqi ədədlərdən ibarət matris verilib. Baş diaqonal elementi müsbət olan sətrlərdə bütün elementlərin kvadratları cəmini tapmalı.
10. m və n natural ədədləri, 8 x 9 ölçülü ($1 \leq m < n \leq 9$) həqiqi ədədlərdən ibarət matris verilib. m-ci sətrlə, n-ci sütunun yerlərini dəyişməli.
11. nxn ölçülü, həqiqi ədədlərdən ibarət a_{ij} matris verilib. Matrisin $2 \leq i \leq 9$, $2 \leq j \leq 9$ şərtləri daxilində $a_{ij} \geq a_{i-1,j}+a_{ij-1}+a_{i+1j}+a_{ij+1}$ bərabərsizliyini ödəyən elementlərin hasilini tapmalı.
12. n x n ölçülü, kvadrat matris verilib. Hər bir sətrin elementləri cəmlərini tapıb, onlar içərisindən ən böyüyünü təyin etməli.
13. n x n ölçülü, kvadrat matris verilib. Hər bir sütunun elementləri cəmlərini tapıb, onlar içərisindən ən böyüyünü

təyin etməli.

14. n x n ölçülü, kvadrat matris verilib. Bu matrisin bütün elementlərinin kvadratları cəmini tapmalı, sonra isə matrisin hər bir elementini bu cəmin kvadrat kökünə bölməli.
15. n x n ölçülü, kvadrat matris verilib. Matrisin hər bir sətrinin elementlərinin kvadratları cəmini tapıb, alınan ədədlər içərisindən ən böyüyünü seçməli.
16. n x n ölçülü, kvadrat matris verilib. Matrisin hər bir sütunun elementlərinin kvadratları cəmini tapıb, alınan ədədlər içərisindən ən böyüyünü seçməli.
17. n x n ölçülü, kvadrat matris verilib. Hər bir sətrin elementlərinin mütləq qiymətcə cəmini tapıb, bu ədədlər içərisindən ən böyüyünü təyin etməli.
18. n x n ölçülü, kvadrat matris verilib. Hər bir sütunun elementlərinin mütləq qiymətcə cəmini tapıb, bu ədədlər içərisindən ən böyüyünü təyin etməli.
19. n x m ölçülü, matris verilib. Əgər matrisin bütün elementlərinin cəmi müsbətdirsə, onda matrisin mənfi elementlərini onların kvadratları ilə əvəz etməli, əks halda isə müsbət elementləri bir vahid artırmalı.
20. n x m ölçülü, matris verilib. Əgər matrisin bütün elementlərinin cəmi mənfidirsə, onda matrisin müsbət elementlərini onların kvadratları ilə, mənfi elementlərini isə mütləq qiymətləri ilə əvəz etməli.
21. n x n ölçülü, kvadrat matris verilib. Əgər matrisin izi, yəni baş diaqonal elementlərinin cəmi müsbətdirsə, onda matrisin bütün mənfi elementlərini sıfırla, müsbət elementlərini isə vahidlə əvəz etməli.
22. n x n ölçülü, kvadrat matris verilib. Əgər matrisin izi mənfidirsə, onda matrisin bütün müsbət elementlərini onların kvadratları ilə əvəz etməli, mənfi elementlərini isə 10 vahid artırmalı.
23. n x n ölçülü, kvadrat matris verilib. Əgər matrisin baş diaqonal elementlərinin kvadratları cəmi vahiddən kiçikdirsə, onda matrisin bütün elementlərini kvadrata yüksəltməli.
24. n x n ölçülü, kvadrat matris verilib. Əgər matrisin baş diaqo-

nal elementlərinin kvadratları cəmi vahiddən böyükdürsə, onda matrisin bütün elementlərini bu ədədə bölməli.

25. n x n ölçülü, kvadrat matris verilib. Əgər matrisin mütləq qiymətcə elementlərinin cəmi vahiddən böyükdürsə, onda matrisin hər bir elementini bu cəmə bölməli.

Tapşırıq № 9. Alt proqramların tətbiqi .

Tapşırığın məqsədi.

1. Prosedur və funksiyalardan istifadə etməklə proqramların qurulması vərdişlərinin alınması.
2. Formal və faktiki parametrlər arasında əlaqə mexanizminin öyrənilməsi.

Proqramın yerinə yetirilmə nümunəsi
F=M!-K! qiymətini hesablamalı.

```
program k1;
var f, m, k: integer;
function fact(n:integer):integer;
var p, i: integer;
begin p:=1;
for i:=2 to n do
p:=p*i;  fact:=p
end;
begin read(m,k);
f:=fact(m) - fact (k);
writeln (f)
end.
```

Məsələ variantları.

1) Həqiqi a və b ədədləri verilib. Tapmalı:
$f(a,5b,3.14)+f(2,a,a+b)$, burada
$f(x,y,z)=(3x-2y-\cos z)/(1+|z|)$.

2) Həqiqi a və b ədədləri verilib. Tapmalı:
$f(a,2b)+f(2a,b)-f(a+b,a-b)$, burada
$f(x,y)=(x^2+y^2+1)/(x^2+2xy+2y^2+4)$.
3) Həqiqi a ədədi verilib. Tapmalı:
$(3\cdot f(1/2)+2f(1+a))/(5+f(1-a^2))$, burada
$f(x)=\left(\sum\limits_{k=0}^{5}\frac{x^{2k+1}}{(2k+1)!}\right)\Bigg/\left(\sum\limits_{k=0}^{5}\frac{x^{2k}}{(2k)!}\right)$.
4) Həqiqi a,b,c ədədləri verilib. Tapmalı:

$$\frac{\max(a+b,b+c,a+c)+\max(abc,a^2b,ac^2)}{1+\max(a^2+b^2,1+c^2,1+a^2)}$$

5) Həqiqi a,b,c ədədləri verilib. Tapmalı:

$$\frac{\min(a+b+c,b+2c,a+2b)+\min(2a+b,2b+c)}{1+\min^2(ab,ac,ac)}.$$

6) Həqiqi a,b,c ədədləri verilib. Tapmalı:

$f(a+b,b+c)\cdot f(a+c,b-c)$, burada

$f(x,y)=x/(1+y^2)+y/(1+x^2)-(x-y)^2$.

7) Həqiqi a,b,c ədədləri verilib. Tapmalı:

$f(1,a,b)-f(a,b,c)\cdot f(c,1,b)$, burada

$$f(x,y,z)=\frac{\max(x,y,z)\cdot\min(x,y,z)}{\max^2(x,y,z)+\min^2(x,y,z)}.$$

8) N natural ədədi verilib. N-dən kiçik bütün ədədlər içərisində, iki ədədin kvadratları cəmi şəklində göstərilə bilənləri ayırmalı. Tam kvadratların qurulması üçün proseduru təyin etməli.
9) Həqiqi $x_1,y_1,x_2,y_2,.....,x_{10},y_{10}$. ədədləri verilib. Təpə nöqtələri $(x_1,y_1),(x_2,y_2),...,(x_{10},y_{10})$ olan onbucaqlının

perimetrini tapmalı. Koordinatları ilə verilmiş nöqtələr arasındakı məsafəni təyin etmək üçün prosedur təyin etməli.

10) $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \ldots, (x_{10}, y_{10})$ nöqtələrinin müstəvidə koordinatları olan $x_1, y_1, x_2, y_2, \ldots, x_{10}, y_{10}$ həqiqi ədədləri verilib. Bu nöqtələr içərisində ən kiçik perimetrli üçbucağı təyin edən nöqtələrin koordinatlarını tapmalı. Üçbucağın perimetrini hesablayan proseduru qurmalı.
11) $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \ldots, (x_{10}, y_{10})$ nöqtələrinin müstəvidə koordinatları olan $x_1, y_1, x_2, y_2, \ldots\ldots, x_{10}, y_{10}$ həqiqi ədədləri verilib. Bu nöqtələr içərisində ən böyük sahəli üçbucağı təyin edən nöqtələrin koordinatlarını tapmalı. Üçbucağın sahəsini hesablayan prosedur qurmalı.
12) N natural ədədi və $x_1, y_1, x_2, y_2, \ldots\ldots, x_n, y_n$ həqiqi ədədləri verilib. Təpə nöqtələri $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \ldots, (x_n, y_n)$ olan n- bucaqlının sahəsini tapmalı.
13) N natural ədədi verilib. $N, N+1, \ldots, 2N$ ədədləri arasında əkiz ədədlərin, yəni aralarındakı fərq ikiyə bərabər sadə ədədlər olub-olmadığını təyin etməli. Sadə ədədləri təyin edən proseduru qurmalı.
14) Ədədin onluq say sistemindəki yazılışı olan simvollar sətri ilə verilmiş tam ədədin qiymətini hesablayan prosedur qurmalı.
15) Verilən simvol hərf olduqda doğru qiyməti, əks halda isə yalan qiyməti alan prosedur qurmalı.
16) Verilən simvol hərf olmadıqda, verilmiş uyğun hərfi alan prosedur qurmalı.
17) Verilmiş simvolun simvollar sətrində sağdan ən birinci iştirak mövqeyini təyin edən prosedur qurmalı. Əgər sətr bu simvola malik deyilsə, prosedur - 1 qiymətini verməli.
18) Verilmiş simvollar ardıcıllığında sıfırları vahidlərlə, vahidləri isə sıfırlarla əvəz edən prosedur qurmalı.
19) Verilmiş sətrdən, verilmiş ikinci sətrə də aid olan simvolları çıxaran prosedur qurmalı.

20) Verilmiş simvollar ardıcıllığında olan saitlərin sayını hesablayan prosedur qurmalı.
21) Verilmiş simvollar ardıcıllığında olan (.,:;) işarələrinin sayını hesablayan prosedur qurmalı.
22) Verilmiş simvollar ardıcıllığında olan boş yerlərin sayını hesablayan prosedur qurmalı.

Tapşırıq № 10. Fayllarla iş.

<u>Tapşırığın məqsədi.</u>

1) Fayl tiplərinin öyrənilməsi.
2) Faylların qurulması və onlardan informasiyanın emalında istifadə edilməsi vərdişlərinin alınması.

<u>Proqramın yerinə yetirilməsi nümunəsi.</u>

A1.DAT adlı faylda bir neçə sətrdə verilmiş həqiqi ədədlər ardıcıllığının cəmini tapmalı.

```
program a1;
var f1: text; x,s: real;
begin s:=0;
assign (f1, 'a1.dat');
reset (f1);
while not eof (f1) do
begin
while not eoln (f1) do
begin read (f1,x); s:=s+x
end; readln(f1)
end; write (s); close (f1)
end.
```

Məsələ variantları.

1) Elementləri həqiqi ədədlər olan fayl verilib. Fayl elementlərinin cəmini tapmalı.
2) Elementləri həqiqi ədədlər olan fayl verilib. Fayl elementlərinin hasilini tapmalı.

3) Elementləri həqiqi ədədlər olan fayl verilib. Fayl elementlərinin kvadratları cəmini tapmalı.
4) Elementləri həqiqi ədədlər olan fayl verilib. Fayl elementlərinin cəminin modulunu tapmalı.
5) Elementləri həqiqi ədədlər olan fayl verilib. Fayl elementlərinin hasilinin modulunu tapmalı.
6) Elementləri tam ədədlər olan fayl verilib. Fayl elementlərindən müsbət olanlarının sayını tapmalı.
7) Elementləri tam ədədlər olan fayl verilib. Faylın mənfi elementlərinin sayını tapmalı.
8) Elementləri tam ədədlər olan fayl verilib. Faylın sıfır elementlərinin sayını tapmalı.
9) Elementləri tam ədədlər olan fayl verilib. Faylın ən böyük elementini tapmalı.
10) Elementləri tam ədədlər olan fayl verilib. Faylın mənfi elementləri içərisində ən böyüyünü tapmalı.
11) Elementləri tam ədədlər olan fayl verilib. Faylın cüt nömrəli elementlərinin ən kiçiyini tapmalı.
12) Elementləri tam ədədlər olan fayl verilib. Faylın üçə tam bölünən nömrəli elementlərinin ən böyüyünü tapmalı.
13) Elementləri tam ədədlər olan fayl verilib. Faylın cüt nömrəli elementlərindən modulca ən böyüyünü tapmalı.
14) Elementləri tam ədədlər olan fayl verilib. Faylın ən böyük və ən kiçik elementlərinin cəmini tapmalı.
15) Elementləri tam ədədlər olan fayl verilib. Faylın birinci və sonuncu elementlərinin cəmini tapmalı.
16) Elementləri tam ədədlər olan fayl verilib. Faylın tək elementlərinin sayını tapmalı.
17) Elementləri tam ədədlər olan fayl verilib. Faylın dördə tam bölünən elementlərinin sayını tapmalı.
18) Elementləri tam ədədlər olan fayl verilib. Faylın beşə tam bölünən elementlərinin sayını tapmalı.
19) Elementləri tam ədədlər olan fayl verilib. Faylın tək elementlərinin sayını tapmalı.
20) F faylı verilib. Bu faylın təkrarını G faylında verməli.

21) F1, F2 faylları verilib. Elementlərin verilmə ardıcıllığını saxlamaqla F1 faylının elementlərini F2 faylına, F2-ni isə F1-ə köçürməli. Bu zaman köməkçi H faylından istifadə etməli.
22) Elementləri tam ədədlər olan F faylı verilib. F faylının tək elementlərini G faylında almalı.
23) Elementləri tam ədədlər olan F faylı verilib. F faylının üçə tam bölünən və beşə tam bölünməyən elementlərini G faylında almalı.
24) Elementləri tam ədədlər olan F faylı verilib. F faylının altıya tam bölünən elementlərini G faylında almalı.
25) F faylı verilib. F faylının tək nömrəli elementlərini G faylında, cüt nömrəli elementlərini isə H faylında yerləşdirməli.

Tapşırıq № 11. Müəyyən dəqiqliklə hesablamalar.

<u>Tapşırığın məqsədi</u>

1) Təkrarlanma sayları qabaqcadan məlum olmayan dövrlərin təşkili vərdişlərinin qazanılması.
2) Müəyyən dəqiqliklə hesablamaların təşkili zamanı dövrdən çıxış şərtlərinin analizi.

Nümunə misal.

$$\sum_{i=1}^{\infty} \frac{1}{(i^2 + 2i)}$$

```
program a2;
var a,s, eps:real; i:integer;
begin read (eps);
s:=0; i:=1; a:=1;
while abs(a)>=eps do
begin a:=1/(sqr(i)+2*i);
s:=s+a;  i:=i+1
end;
write (s)
end.
```

Məsələ variantları:

1. $\sum\limits_{i=1}^{\infty}\frac{1}{i^2}$
2. $\sum\limits_{i=1}^{\infty}\frac{(-1)^i}{i!}$
3. $\sum\limits_{i=1}^{\infty}\frac{(-1)^{i+1}}{i(i+1)(i+2)}$
4. $\sum\limits_{i=1}^{\infty}\frac{1}{i(i+1)}$
5. $\sum\limits_{i=0}^{\infty}\frac{(-2)^i}{i!}$
6. $\sum\limits_{i=0}^{\infty}\frac{1}{4^i+5^{i+2}}$
7. $\sum\limits_{i=1}^{\infty}\frac{1}{i^3}$
8. $\sum\limits_{i=1}^{\infty}\frac{1}{i^4+i^2}$
9. $\sum\limits_{i=1}^{\infty}\frac{(-1)^i}{i^4}$
10. $\sum\limits_{i=1}^{\infty}\frac{(-1)^i}{i^3+1}$
11. $\sum\limits_{i=1}^{\infty}\frac{(-1)^i}{(2i)!}$
12. $\sum\limits_{i=0}^{\infty}\frac{(-1)^i}{2^i}$
13. $\sum\limits_{i=0}^{\infty}\frac{i}{3^i}$
14. $\sum\limits_{i=1}^{\infty}\frac{i^2}{2^i}$
15. $\sum\limits_{i=1}^{\infty}\frac{i^2}{i^2+4^i}$
16. $\sum\limits_{i=1}^{\infty}\frac{i^4}{5^i+i^2}$
17. $\sum\limits_{i=1}^{\infty}\frac{(-1)^i}{i^2(i^2+1)(i^2+2)}$
18. $\sum\limits_{i=1}^{\infty}\frac{1}{(2i)!}$
19. $\sum\limits_{i=1}^{\infty}\frac{(-1)^i}{i^3}$
20. $\sum\limits_{i=0}^{\infty}\frac{i+1}{i+4}$
21. $\sum\limits_{i=1}^{\infty}\frac{2^i}{4^i+1}$
22. $\sum\limits_{i=1}^{\infty}\frac{i!}{2^{i!}}$
23. $\sum\limits_{i=1}^{\infty}\frac{2^i+1}{(2^i)!}$
24. $\sum\limits_{i=1}^{\infty}\frac{i!}{(2^i)!}$
25. $\sum\limits_{i=1}^{\infty}\frac{(2i)!!}{(2^i)!}$

Tapşırıq № 12. Qrafika

<u>Tapşırığın məqsədi</u>

Qrafik operatorlarla iş vərdişlərinin alınması

Nümunə misal. Parabolanın qurulması üçün aşağıdakı proqramı verək.

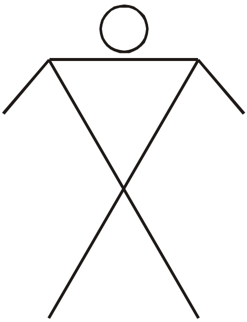
```
program p1;
uses graph3;
var x,y: real; i, a, b, a1, b1: integer;
begin graphcolormode;
draw (10,100,300,100,1);
draw (170,100,170,97,1);
draw (160,10,160,190,1);
draw (160,90,163,90,1);
x:=-3; y:=sqr(x)-3;
a:= round (160+10*x);
b:= round (100-10*y);
for i:=-5 to 6 do
begin x:=0.5*i; y:=sqr(x)-3;
a1:=round (160+10*x);
b1:= round (100-10*y);
draw (a,b,a1,b1,2);
a:=a1; b:=b1
end
end.
```

Misal variantları.

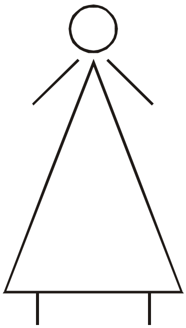
1) Tərəfi 50 olan kvadrat qurmalı. Kvadratın mərkəzi ekranın mərkəzi ilə üst-üstə düşməli, tərəfləri isə ekranın tərəflərinə paralel olmalıdır.
2) Tərəfləri 40 və 60 olan düzbucaqlı qurmalı, Düzbucaqlının mərkəzi ekranın mərkəzi ilə üst-üstə düşməli, tərəfləri isə ekranın tərəflərinə paralel olmalıdır.
3) Diaqonalları 60 və 80 olan romb qurmalı. Rombun mərkəzi ekranın mərkəzi ilə üst-üstə düşməli, tərəfləri isə ekranın tərəflərinə paralel olmalıdır.

4) Ekranda çevrənin mərkəzini və radiusunu təyin edən üç tam ədəd verilib. Əgər çevrə ekranın mərkəzindən keçən üfqi düz xətlə kəsişmirsə, onda bu çevrəni və çevrəyə həmin düz xəttə nəzərən simmetrik olan çevrəni qurmalı.
5) Ekranda çevrənin mərkəzini və radiusunu təyin edən üç tam ədəd verilib. Əgər çevrə ekranın mərkəzindən keçən şaquli düz xətlə kəsişmirsə, onda bu çevrəni və çevrəyə həmin düz xəttə nəzərən simmetrik olan çevrəni qurmalı.
6) Dörd tam ədəd parçanın ekrandakı vəziyyətini təyin edir. Bu parçanı və bu parçaya ekranın mərkəzi nöqtəsinə nəzərən simmetrik olan parçanı qurmalı.
7) -13) Aşağıdakı şəkilləri nöqtə, parça və çevrələrdən istifadə etməklə qurmalı.

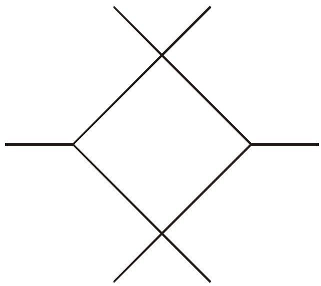
7.



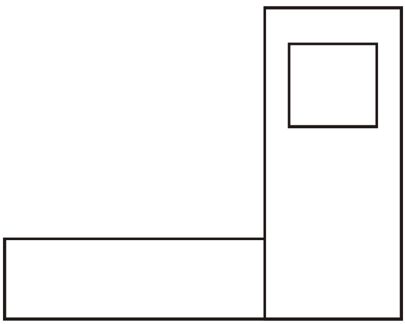
8.



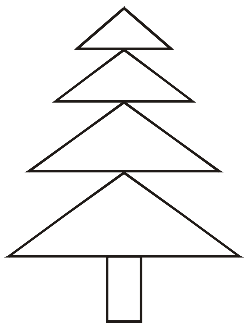
9.



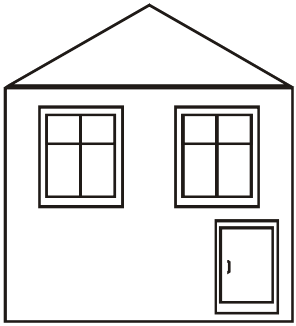
10.



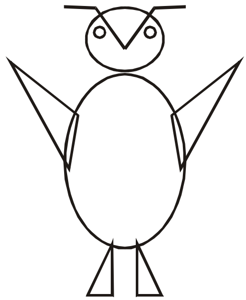
11.



12.



13.



14) Ekranın mərkəzində ümumi mərkəzi olan tərəfləri uyğun olaraq 10, 20, 30...,100 olan bir-birinin daxilində yerləşdirilən 10 ədəd kvadrat qurmalı.
15) Ekranda iki düzbucaqlı qurmalı. Onlardan biri üfiqi xətlərlə, digəri isə şaquli xətlərlə ştrixlənməlidir.
16) Doqquz konsentrik çevrə qurub, onları növbə ilə ardıcıl olaraq yaşıl və qırmızı rənglərlə boyamalı.
17) Bir-birinin daxilində verilən 10 kvadrat qurub, onları növbə ilə ardıcıl olaraq yaşıl və qırmızı rənglərlə boyamalı.
18) Ekranın sol kənarından başlayaraq, ekranın sağ kənarınadək hərəkət edən qırmızı rəngli düzbucaqlı quran proqram tərtib etməli.

```
program m1;
uses graph3;
var i: integer;
begin graphcolormode;
draw (1,90,1,110,2);
draw(1,90,10,90,2);
draw (10,90,10,110,2);
draw(10,110,1,110,2);
fillshape (5,100,2,2);
```

```
for i:=11 to 300 do
begin
draw (i-10,90, i-10,110,0);
draw (i,90,i,110,2)
end end.
```

19) Qırmızı rəngli ayparanı quran proqram tərtib etməli.
20) Ekranın mərkəzində bir-birinin daxilində verilmiş doqquz kvadrat qurub, onları üç müxtəlif rənglə boyamalı.
21) Ekranın mərkəzində yaranıb, tədricən ölçülərini üç dəfə artırıb, sonra isə əvvəlki ölçülərinə qayıdan yaşıl rəngli dairə quran proqram tərtib etməli.
22) Müxtəlif rənglərlə boyanmış iki dördbucaqlının kəsişməsini qurub, onların fırlanmasını təmin edən proqram tərtib etməli.
23) Ekranın yuxarı sol kənarından başlayaraq, ekranın sağ aşağı kənarınadək hərəkət edən qırmızı rəngli kvadrat quran proqram tərtib etməli.
24) Svetoforun işinin modelini quran proqram tərtib etməli.
25) Yanıb-sönən şüaları olan günəş şəklini quran proqram tərtib etməli.

Tapşırıq №13. Funksiyaların interpolyasiyası.

Tapşırığın məqsədi.

1) Funksiyaların interpolyasiyası üçün Laqranjın və Nyutonun interpolyasiya çoxhədlilərindən istifadə etmə vərdişlərinin qazanılması.
2) İnterpolyasiya məsələsinin həlli üçün proqramların hazırlanması vərdişlərinin alınması.

Laqranjın interpolyasiya çoxhədlisi:

$$L_n(x) = \sum_{i=0}^{n} y_i \frac{(x-x_0)(x-x_1)\cdots(x-x_{i-1})(x-x_{i+1})\cdots(x-x_n)}{(x_i-x_0)(x_i-x_1)\cdots(x_i-x_{i-1})(x_i-x_{i+1})\cdots(x_i-x_n)},$$

burada $x_i (i=\overline{0,n})$ $(x_i \neq x_j, i \neq j)$ ixtiyari düyün nöqtələri, $y_i = f(x_i)$ isə $f(x)$ funksiyasının bu düyün nöqtələrindəki qiymətləridir.

Misal. Aşağıdakı cədvəllə verilmiş $y = f(x)$ funksiyasının $d = 0$ nöqtəsindəki qiymətini Laqranjın interpolyasiya çoxhədlisi vasitəsilə təyin etməli.

x	-2	-1	1
y	-1	1	2

```
program lag;
const n=3;
type t=array[1..n] of real;
var x,y:t; d,b,c,s: real; i,j: integer;
begin read (d);
for i:=1 to n do begin
read (x[i]); read (y[i]); end; s:=0;
for j:=1 to n do begin b:=1;
for i:=1 to n do begin c:=x[j]-x[i];
if i=j then c:=d-x[j];
b:=b*(d-x[i])/c;
end; s:=s+b*y[j];
end; writeln (d,s)
end.
```

Nyutonun interpolyasiya çoxhədliləri:
Nyutonun irəliyə interpolyasiya çoxhədlisi:

$$y(x) = L_n(x) = y_0 + q\Delta y_0 + \frac{q(q-1)}{2!}\Delta^2 y_0 + \cdots$$

$$+\frac{q(q-1)...(q-n-1)}{n!}\Delta^n y_0$$

burada $q = \dfrac{x - x_0}{h}$,

Nyutonun geriyə interpolyasiya çoxhədlisi

$$y(x) = L_n(x) = y_n + q\Delta y_{n-1} + \frac{q(q+1)}{2!}\Delta^2 y_{n-2} +$$

$$\cdots + \frac{q(q+1)...(q+n-1)}{n!}\Delta^n y_0$$

burada $q = \dfrac{x - x_n}{h}$.

Burada $y = f(x)$ funksiyası qiymətlərinin $y_i = f(x_i)$, $i = \overline{0,n}$ cədvəli ilə bərabər məsafədə duran $x_i = x_0 + ih, i = \overline{0,n}$ düyün nöqtələrində verilib və x interpolyasiya nöqtəsi bilavasitə x_0 nöqtəsinə yaxındır. $\Delta^k y_i = \Delta^{k-1} y_{i+1} - \Delta y_i^{k-1}$ ilə sonlu fərqlər işarə olunur.

Misal. Aşağıdakı cədvəllə verilmiş $y = f(x)$ funksiyasının z=1,3 nöqtəsindəki qiymətini Nyutonun interpolyasiya çoxhədlisi vasitəsilə təyin etməli.

x	1,1	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6	4,1	4,6
y	1,029	1,389	1,649	1,800	1,852	1,822	1,739	1,632

```
program Nyuton;
const n=8; n1=7;
type t1= array [1..n] of real;
var y:t1; x,h,z,b,a,t,p: real; i,m: integer;
begin read (x,h,z);
for i:=1 to n do
begin read (y[i]); end;
for m:=1 to n1 do begin b:=y[m];
for i:=m to n1 do
begin a:=(y[i+1]-y[i])/(m*h); y[i]:=b;
b:=a; end; y[n]=a; end; t:=z-x; p:=y[n];
for i:=1 to n1 do
p:=p*(t-(n1-i)*h)+y[n-i];
write (z,p);
end.
```

Misal variantları:

Laqranjın interpolyasiya çoxhədlisi üçün:

1)

x	0,43	0,48	0,55	0,62	0,70	0,75
y	1,636	1,732	1,877	2,034	2,229	2,360

x_1=0,702, x_2=0,512, x_3=0,645, x_4=0,736, x_5=0,608 nöqtələrində cədvəllə verilmiş funksiyanın qiymətini tapmalı.

2)

x	0,02	0,08	0,12	0,17	0,23	0,30
y	1,023	1,096	1,147	1,215	1,301	1,410

x_1=0,102, x_2=0,114, x_3=0,125, x_4=0,203, x_5=0,154 nöqtələrində cədvəllə verilmiş funksiyanın qiymətini tapmalı.

3)

x	0,35	0,41	0,47	0,51	0,56	0,64
y	2,739	2,301	1,969	2,788	1,595	1,343

x_1=0,526, x_2=0,453, x_3=0,482, x_4=0,552, x_5=0,436 nöqtələrində cədvəllə verilmiş funksiyanın qiymətini tapmalı.

4)

x	0,41	0,46	0,52	0,60	0,65	0,72
y	2,574	2,325	2,093	1,862	1,749	1,621

x_1=0,616, x_2=0,478, x_3=0,665, x_4=0,537, x_5=0,673 nöqtələrində cədvəllə verilmiş funksiyanın qiymətini tapmalı.

5)

x	0,68	0,73	0,80	0,88	0,93	0,99
y	0,809	0,895	1,030	1,210	1,341	1,524

x_1=0,896, x_2=0,812, x_3=0,774, x_4=0,955, x_5=0,715 nöqtələrində cədvəllə verilmiş funksiyanın qiymətini tapmalı.

Nyutonun interpolyasiya çoxhədliləri üçün:

6)

x	1,415	1,420	1,425	1,430	1,435	1,440	1,445	1,450	1,455	1,460
y	0,889	0,890	0,891	0,892	0,893	0,894	0,895	0,896	0,897	0,898

x_1=1,416, x_2=1,418, x_3=1,426, x_4=1,462, x_5=1,463, x_6=1,457, x_7=1,413, x_8=1,412, x_9=1,465, x_{10}=1,466 nöqtələrində cədvəllə verilmiş funksiyanın qiymətini tapmalı.

7)

x	0,101	0,106	0,111	0,116	0,121	0,126	0,131	0,136	0,141	0,146
y	1,261	1,276	1,291	1,306	1,321	1,336	1,352	1,367	1,383	1,399

x_1=0,102, x_2=0,103, x_3=0,107, x_4=0,144, x_5=0,149, x_6=0,148, x_7=0,099, x_8=0,096, x_9=0,153, x_{10}=0,156 nöqtələrində cədvəllə verilmiş funksiyanın qiymətini tapmalı.

8)

x	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65
y	0,860	0,818	0,778	0,740	0,704	0,670	0,637	0,606	0,576	0,548	0,522

x_1=0,151, x_2=0,153, x_3=0,152, x_4=0,725, x_5=0,673, x_6=0,143, x_7=0,145, x_8=0,8, x_9=0,75, x_{10}=0,85 nöqtələrində cədvəllə verilmiş funksiyanın qiymətini tapmalı.

Tapşırıq № 14. İnteqralların təqribi hesablanması.

Tapşırığın məqsədi:

1) Müəyyən inteqralların təqribi hesablanması üçün Nyuton-Kotes ədədi inteqrallama düsturlarından istifadə etmə vərdişlərinin qazanılması;
2) İnteqralların təqribi hesablanması üçün proqramların tərtibi vərdişlərinin alınması

Nyuton-Kotes kvadratur düsturları:
Düzbucaqlılar düsturu:

$$\int_a^b f(x)dx \approx h(y_1 + y_2 + ... + y_n),$$

Trapeslər düsturu:

$$\int_a^b f(x)dx \approx h(\frac{y_0 + y_n}{2} + y_1 + y_2 + ... + y_{n-1}),$$

Simpson düsturu:

$$\int_a^b f(x)dx \approx \frac{h}{3}[y_0 + y_{2m} + 2(y_2 + y_4 + \ldots$$
$$+ y_{2m-2}) + 4(y_1 + y_3 + \ldots + y_{2m-1})],$$

burada $y_i = f(x_i),\ i = \overline{0,n},\ h = \dfrac{b-a}{n},\ x_i = x_0 + ih,\ x_0 = a,$

$x_n = b.$

Misal. $\int_0^1 x^2 dx$ inteqralını n=24 halı üçün düzbucaqlılar düsturu ilə hesablamalı.

```
program d;
var a,b,c,h,s:real; i,n:integer;
begin
read (a,b,n): h:=(b-a)/n;
s:=0; c:=a-h/2;
for i:= 1 to n do begin
c:=c+h;  s:=s+sqr(c) end;
s:=s*h; write(s)
end.
```

Misal. $\int_0^\pi \frac{\sin^2 x}{1 + 2k\cos x + k^2} dx$ inteqralını $\varepsilon = 10^{-4}$ dəqiqliyi ilə trapeslər düsturu ilə hesablamalı.

```
program p;
var a,b,k,x,z1,z2,z3,dz:real;
delta, dx,zt,eps: real; n,i: integer;
```

```
begin read(a,b,eps); k:=0.5; z1:=0; n:=5;
z3:=sqr(sin(a))/(1+2*k*cos(a)+sqr(k))+
+sqr(sin(b))/(1+2*k*cos(b)+sqr(k))/2;
repeat
z2:=z3; dx:=(b-a)/n; x:=a;
for i:=1 to n-1 do
begin x:=x+dx;
z2:=z2+sqr(sin(x))/(1+2*k*cos(x)+sqr(k))
end;
z2:=z2*dx; delta:=abs(z2-z1);
z1:=z2;  n:= n*2;
until delta<eps;
writeln (z2)
end.
```

Misal. $\int_{-2}^{2} e^{-\frac{x^2}{2}} dx$ inteqralını $\varepsilon = 10^{-4}$ dəqiqliyi ilə Simpson düsturu ilə hesablamalı.

```
program simpson;
var a,b,eps,s,s1,x,c,h:real; i,n:integer;
function fnf(x:real): real;
begin fnf:=exp(-sqr(x)*0.5) end;
begin a:=-2; b:=2; eps:=0.0001;
n:=2; s:=1;
repeat s1:=s; n:=n*2;
x:=a; c:=1; i:=1; s:=0; h:=(b-a)/n;
repeat x:=x+h; s:=s+(3+c)* fnf(x); c:=-c; i:=i+1;
until i>n-1; s:=h/3*(fnf(a)+fnf(b)+s);
until abs((s-s1)/s)<eps; writeln (s,n)
end.
```

Misal variantları.

1. $\int\limits_{0,8}^{1,6} \frac{dx}{\sqrt{2x^2+1}}$; 2. $\int\limits_{1,2}^{2} \frac{\lg(x+2)}{x}dx$; 3. $\int\limits_{1,2}^{2,7} \frac{dx}{\sqrt{x^2+3,2}}$;

4. $\int\limits_{1,6}^{2,4} (x+1)\sin x dx$; 5. $\int\limits_{1}^{2} \frac{dx}{\sqrt{2x^2+1,3}}$; 6. $\int\limits_{0,2}^{1} \frac{tg(x^2)}{x^2+1}dx$;

7. $\int\limits_{0,2}^{1,2} \frac{dx}{\sqrt{x^2+1}}$; 8. $\int\limits_{0,6}^{1,4} \frac{\cos x}{x+1}dx$; 9. $\int\limits_{0,8}^{1,4} \frac{dx}{\sqrt{2x^2+3}}$;

10. $\int\limits_{0,4}^{1,2} \sqrt{x}\cdot\cos(x^2)dx$; 11. $\int\limits_{0,4}^{1,2} \frac{dx}{\sqrt{2+0,5x^2}}$; 12. $\int\limits_{0,8}^{1,2} \frac{\sin(2x)}{x^2}dx$;

13. $\int\limits_{1,4}^{2,1} \frac{dx}{\sqrt{3x^2-1}}$; 14. $\int\limits_{0,8}^{1,6} \frac{\lg(x^2+1)}{x}dx$; 15. $\int\limits_{1,2}^{2,4} \frac{dx}{\sqrt{0,5+x^2}}$;

16. $\int\limits_{0,4}^{1,2} \frac{\cos x}{x+2}dx$; 17. $\int\limits_{0,4}^{1,2} \frac{dx}{\sqrt{3+x^2}}$; 18. $\int\limits_{0,4}^{1,2} (2x+0,5)\sin x dx$;

19. $\int\limits_{0,6}^{1,5} \frac{dx}{\sqrt{1+2x^2}}$; 20. $\int\limits_{2}^{3,5} \frac{dx}{\sqrt{x^2-1}}$; 21. $\int\limits_{1}^{2} \frac{\sin x}{\sqrt{x+1}}dx$;

22. $\int\limits_{0,5}^{1,3} \frac{dx}{\sqrt{x^2+2}}$; 23. $\int\limits_{0,2}^{1,8} \sqrt{x+1}\cos(x^2)dx$; 24. $\int\limits_{1,4}^{3} x^2 \lg x dx$;

25. $\int\limits_{0,4}^{1,2} \frac{\cos(x^2)}{x+1}dx$; 26. $\int\limits_{1,6}^{2,2} \frac{dx}{\sqrt{x^2+2,5}}$; 27. $\int\limits_{1,3}^{2,1} \frac{\sin(x^2-1)}{2\sqrt{x}}dx$;

Tapşırıq №15. Qeyri-xətti tənliklərin təqribi həlli.

<u>Tapşırığın məqsədi.</u>

1) Qeyri-xətti tənliklərin təqribi hesablanması üçün sadə iterasiya, toxunanlar və kəsənlər üsullarından istifadə etmə vərdişlərinin qazanılması;

2) Qeyri-xətti tənliklərin təqribi hesablanması üçün proqramların hazırlanması vərdişlərinin alınması.

Sadə iterasiya üsulu xətti hissəsi ayrılmış $x = \varphi(x)$ qeyri-xətti tənliklərin həlli üçün tətbiq olunur. Bu üsul hər hansı bir verilmiş başlanğıc x_0 qiymətindən başlayaraq, aşağıdakı kimi təyin edilən x_n ardıcıllığının qurulmasından ibarətdir:

$$x_{n+1} = \varphi(x_n), \quad n = 0,1,2...$$

Misal. $\arcsin(2x+1) - x^2 = 0$ tənliyinin [-0,5;0] parçasındakı kökünü $\varepsilon = 10^{-4}$ dəqiqliyi ilə iterasiya üsulu ilə təyin etməli.

```
program s1;
var a,b,x1,x0,delta,eps:real; n:integer;
begin read (a,b,eps);
x0:=(a+b)/2;n:=0;
repeat
x1:=0.5*sin(sqr(x0)-1); n:=n+1;
delta:=abs(x1-x0); x0:=x1;
until delta<eps;
writeln (x1); writeln(n)
end.
```

Toxunanlar üsulu $f(x) = 0$ tənliyinin həllinə tətbiq edilir. Hesablamaları aparmaq üçün bir x_0 başlanğıc yaxınlaşmasının verilməsi lazımdır. Sonrakı hesablamalar aşağıdakı düstur üzrə aparılır:

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}, \; f'(x_n) \neq 0, n = 1,2,...$$

Misal. $x^3 + 3x^2 - 1 = 0$ tənliyinin [-1;0] parçasındakı kökünü, $\varepsilon = 10^{-4}$ dəqiqliyi ilə toxunanlar üsulu ilə tapmalı:

```
program T1;
Label 1,2;
Var x1,x2, eps, x,y: real;
function f(x:real): real;
begin f:=x*sqr(x)+3*sqr(x)-1 end;
function f1(x:real):real;
  begin
    f1:=3*sqr(x)+6*x
  end;
begin read (x1,x2,eps); x:=x1;
1: x:=x-f(x)/f1(x);
if x<x1 then if x>x2 then
begin write ('x out the [x1,x2]'); goto 2;
end; y:=f(x);
if abs(y)>=eps then goto 1;
write (x,y);
2: end.
```

Vətərlər üsulunda, $f(x)=0$ tənliyinin kökünü aşağıdakı düsturlarla axtarmaq lazımdır:

$$x_{n+1}=x_n-\frac{(b-x_n)f(x_n)}{f(b)-f(x_n)},\ n=0,1,2,...,$$

burada, əgər x$\in$[a,b], x_0=a üçün $f(b)f''(x)>0$ olarsa və

$$x_{n+1}=x_n-\frac{(x_n-a)f(x_n)}{f(x_n)-f(a)},\ n=0,1,2,...,$$

burada, əgər x$\in$ [a,b], x_0=b üçün $f(a)f''(x)>0$ olarsa.

Misal. $x^3-0{,}2x^2+0{,}5x+1{,}5=0$ tənliyinin [-1,0] parçasındakı kökünü, $\varepsilon=10^{-4}$ dəqiqliyi ilə vətərlər üsulu ilə tapmalı.

```
program t;
var x1,x2, eps, y1, y2, x,y: real;
function f(x:real):real;
begin f:=x*sqr(x)-0.2*sqr(x)+0.5*x+1.5 end;
begin read(x1,x2,eps);
y1:=f(x1); y2:=f(x2);
repeat x:=x1-y1* (x1-x2)/(y1-y2); y:=f(x);
if (y1*y)<0 then begin x2:=x; y2:=y end
else begin x1:=x; y1:=y end;
until abs(y)<eps;
write(x,y)
end.
```

Misal variantları.

1) $2x^3 - 3x^2 - 12x - 5 = 0$

2) $x^3 - 3x^2 + 3 = 0$

3) $x^3 + 3x^2 - 24x - 10 = 0$

4) $2x^3 + 9x^2 - 21x = 0$

5) $x^3 + 3x^2 - 2 = 0$

6) $x^3 + 3x^2 - 24x + 10 = 0$

7) $2x^3 + 9x^2 - 10 = 0$

8) $x^3 + 3x^2 - 3 = 0$

9) $x^3 - 12x - 5 = 0$

10) $2x^3 - 3x^2 - 12x + 12 = 0$

11) $2x^3 + 9x^2 - 4 = 0$

12) $x^3 + 3x^2 - 1 = 0$

13) $x^3 - 12x + 6 = 0$

14) $2x^3 - 3x^2 - 12 + 10 = 0$

15) $x^3 - 3x^2 + 2{,}5 = 0$

16) $x^3 + 3x^2 - 3{,}5 = 0$

17) $x^3 + 3x^2 - 24x + 1 = 0$

18) $2x^3 + 9x^2 - 6 = 0$

19) $x^3 - 12x - 10 = 0$

20) $2x^3 - 3x^2 - 12x + 8 = 0$

21) $x^3 - 3x^2 + 3{,}5 = 0$

22) $x^3 + 2x^2 + 2 = 0$

23) $x^3 + 3x - 1 = 0$

24) $x^3 - 3x^2 + 6x - 2 = 0$

25) $x^3 + 3x + 1 = 0$

26) $x^3 - 3x^2 + 6x + 3 = 0$

Tapşırıq №16. Xətti cəbri tənliklər sisteminin təqribi həlli

Tapşırığın məqsədi.

1) Xətti-cəbri tənliklər sisteminin təqribi həlli üçün sadə iterasiya və Zeydel üsullarından istifadə etmə vərdişlərinin qazanılması.
2) Xətti tənliklər sisteminin təqribi həlli üçün proqramların hazırlanması vərdişlərinin alınması.

Sadə iterasiya üsulu. Ax=b xətti tənliklər sisteminin aşağıdakı qayda ilə x=Cx+f şəklinə gətirək, burada C- hər hansı matris, f- isə sütun vektordur.

Əgər A matrisinin dioqonal elementləri sıfırdan fərqlidirsə, onda Ax=b sistemini aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$\begin{cases} x_1 = \dfrac{1}{a_{11}}(b_1 - a_{12}x_2 - \ldots - a_{1n}x_n) \\ x_2 = \dfrac{1}{a_{22}}(b_2 - a_{21}x_1 - \ldots - a_{2n}x_n) \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ x_n = \dfrac{1}{a_{nn}}(b_n - a_{n1}x_1 - \ldots - a_{nn-1}x_{n-1}) \end{cases}$$

Bu halda C matrisinin elementləri aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$C_{ij} = -\frac{a_{ij}}{a_{ii}}(i \neq j), C_{ii} = 0.$$

İxtiyari $x^{(0)}$ başlanğıc qiymətlərindən ibarət sütun vektoruna əsaslanaraq aşağıdakı iterasiya prosesini qururuq:

$$x^{(k+1)} = Cx^{(k)} + f(k = 0,1,2,\ldots)$$

İterasiyaları yerinə yetirdikdən sonra $x^{(1)}, x^{(2)}, \ldots, x^{(k)}, \ldots$ vektorlar ardıcıllığını alırıq. Əgər C matrisinin elementləri aşağıdakı şərtlərdən hər hansı birini ödəyirsə,

$$\sum_{j=1}^{n}\left|\frac{a_{ij}}{a_{ii}}\right| \le \alpha < 1(i=\overline{1,n}), \qquad \sum_{i=1}^{n}\left|\frac{a_{ij}}{a_{ii}}\right| \le \beta < 1 \quad (j=\overline{1,n})$$

(burada, bu bərabərsizliklər A matrisinin diaqonal elementləri üçün $|a_{ii}| > \sum_{j\neq i}|a_{ij}|$ $(i=\overline{1,n})$ şərti ödəndikdə yerinə yetiriləcək), onda iterasiya prosesi ixtiyari başlanğıc $x^{(0)}$ vektoru üçün sistemin x dəqiq həllinə yığılır.

Aşağıdakı xətti cəbri tənliklər sistemini sadə iterasiya üsulu ilə həll etməli:

$$\begin{cases} x_1 = -0{,}057x_2 - 0{,}101x_3 - 0{,}043x_4 + 1{,}038 \\ x_2 = -0{,}057x_1 - 0{,}071x_3 - 0{,}118x_4 + 1{,}295 \\ x_3 = -0{,}106x_1 - 0{,}076x_2 - 0{,}066x_4 + 1{,}453 \\ x_4 = -0{,}028x_1 - 0{,}078x_2 - 0{,}041x_3 + 1{,}549 \end{cases}$$

```
program İTERASİYA;
const n=4; n1=5;
type t1=array [1..n] of real;
     t2=array [1..n,1..n1] of real;
Var  x,x1:t1; a:t2; eps, dm, s: real;
     i,j: integer;
begin eps:=0.000001;
     for i:=1 to n do
     for j:=1 to n1 do read (a[i,j]);
for i:=1 to n do x1[i] :=1;
repeat for i:=1 to n do x[i]:=x1[i]; dm:=0;
for i:=1 to n do
begin s:=0;
     for j:=1 to n do s:=s+a [i,j]*x[j];
     x1[i]:=a[i,n+1]+s;
     if abs (x1[i]-x[i])>dm then
     dm:=abs (x1[i]-x[i]);
end;
         until (dm<eps); writeln (dm);
         for i:=1 to n do
         begin S:=x[i]; writeln (i,s); end;
end.
```

Zeydel üsulunda x=Cx+f sistemi üçün hesablamalar aşağıdakı düsturlar üzrə aparılır:

$$\begin{cases} x_1^{(k+1)} = C_{11}X_1^{(k)} + C_{12}X_2^{(k)} + \cdots + C_{1n}X_n^{(k)} + f_1, \\ x_2^{(k+1)} = C_{21}X_1^{(k+1)} + C_{22}X_2^{(k)} + \cdots + C_{2n}X_n^{(k)} + f_2, \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ x_n^{(k+1)} = C_{n1}X_1^{(k+1)} + C_{n2}X_2^{(k+1)} + \cdots \\ \qquad\qquad + C_{nn-1}X_{n-1}^{(k+1)} + C_{nn}X_n^{(k)} + f_n \end{cases}$$

Sadə iterasiya üsulu üçün baxdığımız misalı Zeydel üsulu ilə də həll edək:

```
program Zeydel;
const n=4; n1=5;
type t1=array [1..n] of real;
t2=array [1..n,1..n1] of real;
Var  x:t1; a:t2; eps,dm,c,s:real; i,j: integer;
begin eps:=0.001;
for i:= 1 to n do
for j:=1 to n do read (a[i,j]);
for i:= 1 to n do x[i]:=0;
repeat dm:=0;
for i:=1 to n do begin C:=x[i]; S:=0;
for j:= 1 to n do if j<> i then s:=s+a[i,j]*x[j];
x[i]:=a [i,n+1]+s;
if abs (c-x[i])>dm then dm:=abs (c-x[i]);
end;
until (dm<=eps);
for i:= 1 to n do begin
S:=x[i]; writeln (i,s);
end;
end.
```

Misal variantları.

$$1)\begin{cases}20{,}0x_1+0{,}05x_2-3{,}01x_3-0{,}11x_4=0{,}21\\1{,}00x_1-20{,}0x_2+3{,}02x_3+0{,}05x_4=0{,}18\\0{,}17x_1+0{,}99x_2-20{,}0x_3-0{,}17x_4=0{,}17\\0{,}33x_1-0{,}07x_2+0{,}33x_3+20{,}0x_4=0{,}17\end{cases}$$

$$2)\begin{cases}1{,}7x_1-0{,}13x_2-0{,}11x_3-0{,}12x_4=0{,}22\\1{,}00x_1-10{,}0x_2-0{,}13x_3+0{,}13x_4=0{,}11\\0{,}35x_1+0{,}33x_2+1{,}2x_3+0{,}13x_4=0{,}12\\0{,}13x_1+0{,}11x_2-0{,}13x_3-1{,}1x_4=1{,}0\end{cases}$$

$$3)\begin{cases}1{,}1x_1+1{,}00x_2-0{,}17x_3+0{,}18x_4=1{,}00\\0{,}13x_1-11{,}7x_2+0{,}18x_3+0{,}14x_4=0{,}13\\0{,}11x_1-1{,}00x_2-1{,}7x_3-0{,}15x_4=0{,}11\\0{,}15x_1-0{,}05x_2+0{,}18x_3-1{,}1x_4=1{,}00\end{cases}$$

$$4)\begin{cases}10x_1-0{,}17x_2+0{,}11x_3-0{,}15x_4=0{,}17\\0{,}14x_1+2{,}1x_2-0{,}33x_3+0{,}11x_4=1{,}00\\0{,}22x_1+0{,}34x_2-1{,}1x_3+0{,}12x_4=2{,}00\\0{,}11x_1+0{,}13x_2+0{,}12x_3+1{,}4x_4=0{,}13\end{cases}$$

$$5)\begin{cases}10x_1+0{,}55x_2-0{,}13x_3+0{,}34x_4=0{,}13\\0{,}13x_1-1{,}7x_2+0{,}33x_3+0{,}17x_4=0{,}11\\0{,}11x_1+0{,}18x_2-2{,}2x_3-0{,}11x_4=1{,}0\\0{,}13x_1-0{,}12x_2+0{,}21x_3+2{,}2x_4=0{,}18\end{cases}$$

$$6)\begin{cases}10x_1-0{,}51x_2+0{,}12x_3+0{,}55x_4=0{,}12\\0{,}12x_1+1{,}8x_2-0{,}22x_3-0{,}41x_4=0{,}13\\0{,}22x_1-0{,}31x_2+3{,}1x_3+0{,}58x_4=1{,}00\\1{,}00x_1+0{,}24x_2-0{,}30x_3-2{,}2x_4=3{,}41\end{cases}$$

$$7)\begin{cases}1{,}3x_1+0{,}22x_2-0{,}14x_3+0{,}15x_4=1{,}00\\0{,}22x_1-3{,}1x_2+0{,}42x_3-0{,}51x_4=6{,}01\\0{,}62x_1-0{,}74x_2+8{,}5x_3-0{,}96x_4=0{,}11\\0{,}12x_1+0{,}13x_2+0{,}14x_3+4{,}5x_4=0{,}16\end{cases}$$

$$8)\begin{cases}1{,}8x_1+0{,}19x_2+0{,}20x_3-0{,}21x_4=0{,}22\\0{,}51x_1-5{,}00x_2-0{,}49x_3-0{,}48x_4=0{,}47\\0{,}61x_1+0{,}62x_2-6{,}3x_3+0{,}64x_4=0{,}65\\0{,}11x_1-0{,}15x_2+0{,}22x_3-3{,}8x_4=0{,}42\end{cases}$$

$$9)\begin{cases}1{,}7x_1-0{,}18x_2+0{,}19x_3-0{,}57x_4=1{,}00\\0{,}11x_1-4{,}3x_2+0{,}15x_3-0{,}17x_4=1{,}9\\0{,}12x_1+0{,}14x_2+1{,}6x_3+0{,}18x_4=2{,}00\\0{,}71x_1-0{,}13x_2-0{,}41x_3+5{,}2x_4=1{,}00\end{cases}$$

$$10)\begin{cases}10x_1-2{,}01x_2+2{,}04x_3+0{,}17x_4=0{,}18\\0{,}33x_1-7{,}7x_2+0{,}44x_3-0{,}510x_4=0{,}19\\0{,}31x_1+0{,}17x_2-2{,}10x_3+0{,}54x_4=0{,}21\\0{,}17x_1+1{,}00x_2-0{,}13x_3+2{,}1x_4=0{,}31\end{cases}$$

$$11)\begin{cases}23{,}4x_1-1{,}42x_2-0{,}54x_3+0{,}21x_4=0{,}66\\1{,}44x_1-5{,}3x_2+1{,}43x_3-1{,}27x_4=-1{,}44\\0{,}63x_1-1{,}32x_2-6{,}5x_3+1{,}43x_4=0{,}94\\0{,}56x_1-0{,}88x_2-0{,}67x_3-23{,}8x_4=0{,}73\end{cases}$$

$$12)\begin{cases}6{,}3x_1-0{,}76x_2+1{,}34x_3+0{,}37x_4=1{,}21\\0{,}54x_1+8{,}3x_2-0{,}74x_3-1{,}27x_4=0{,}86\\0{,}24x_1-0{,}44x_2+3{,}5x_3+0{,}55x_4=0{,}25\\0{,}43x_1-1{,}21x_2-2{,}32x_3-14{,}1x_4=1{,}55\end{cases}$$

$$13)\begin{cases}14{,}3x_1+0{,}87x_2-1{,}57x_3-0{,}58x_4=2{,}34\\0{,}63x_1-5{,}7x_2-2{,}34x_3+0{,}66x_4=0{,}77\\1{,}57x_1+0{,}66x_2-5{,}7x_3+1{,}15x_4=-0{,}24\\0{,}88x_1-0{,}67x_2+0{,}55x_3-4{,}5x_4=0{,}56\end{cases}$$

$$14)\begin{cases}17{,}1x_1-0{,}83x_2+1{,}44x_3-0{,}72x_4=1{,}35\\0{,}64x_1-8{,}5x_2-0{,}43x_3+0{,}88x_4=0{,}77\\0{,}38x_1+1{,}42x_2+6{,}3x_3-1{,}55x_4=0{,}28\\0{,}83x_1-0{,}66x_2+0{,}58x_3+12{,}2x_4=-0{,}47\end{cases}$$

$$15)\begin{cases}8{,}5x_1+1{,}27x_2-2{,}37x_3+0{,}57x_4=1{,}47\\1{,}47x_1-2{,}8x_2+0{,}56x_3-1{,}21x_4=0{,}86\\0{,}66x_1+1{,}31x_2-6{,}3x_3+0{,}43x_4=-0{,}55\\0{,}57x_1-0{,}78x_2-0{,}56x_3-8{,}3x_4=0{,}27\end{cases}$$

$$16)\begin{cases}6{,}8x_1+1{,}32x_2-0{,}63x_3-0{,}87x_4=1{,}43\\0{,}57x_1+3{,}6x_2-1{,}24x_3-0{,}23x_4=0{,}33\\0{,}82x_1-0{,}32x_2+14{,}2x_3+1{,}48x_4=-0{,}84\\0{,}56x_1-1{,}20x_2-1{,}2x_3-6{,}4x_4=0{,}45\end{cases}$$

$$17)\begin{cases}14{,}2x_1+2{,}34x_2-0{,}88x_3+0{,}53x_4=0{,}72\\0{,}71x_1-11{,}5x_2+0{,}53x_3-0{,}67x_4=-0{,}18\\0{,}55x_1-0{,}93x_2-14{,}2x_3+1{,}32x_4=0{,}68\\0{,}44x_1-0{,}25x_2+1{,}92x_3-10{,}8x_4=0{,}43\end{cases}$$

$$18)\begin{cases}1{,}8x_1+0{,}21x_2+0{,}13x_3-0{,}22x_4=0{,}22\\0{,}33x_1-2{,}2x_2-1{,}0x_3+0{,}17x_4=0{,}11\\-1{,}0x_1+0{,}11x_2+20{,}0x_3-0{,}45x_4=1{,}00\\0{,}7x_1-0{,}17x_2-0{,}22x_3+3{,}3x_4=0{,}21\end{cases}$$

$$19)\begin{cases}1{,}1x_1-0{,}17x_2+0{,}72x_3-0{,}34x_4=0{,}17\\0{,}81x_1+1{,}2x_2-0{,}91x_3+0{,}17x_4=1{,}0\\0{,}17x_1-0{,}18x_2+10{,}0x_3+0{,}23x_4=0{,}21\\0{,}13x_1+0{,}17x_2-0{,}99x_3+3{,}5x_4=2{,}71\end{cases}$$

$$20)\begin{cases}13{,}2x_1-0{,}83x_2-0{,}44x_3+0{,}62x_4=0{,}68\\0{,}83x_1+4{,}2x_2-0{,}56x_3+0{,}77x_4=1{,}24\\0{,}58x_1-0{,}37x_2+12{,}4x_3-0{,}62x_4=0{,}87\\0{,}35x_1+0{,}66x_2-1{,}38x_3-9{,}3x_4=-1{,}08\end{cases}$$

$$21)\begin{cases}7{,}3x_1+1{,}24x_2-0{,}38x_3-1{,}43x_4=0{,}58\\1{,}07x_1-7{,}7x_2+1{,}25x_3+0{,}66x_4=-0{,}66\\1{,}56x_1+0{,}66x_2+14{,}4x_3-0{,}87x_4=1{,}24\\0{,}75x_1-1{,}22x_2-0{,}83x_3+3{,}7x_4=0{,}92\end{cases}$$

$$22)\begin{cases}14{,}2x_1+0{,}32x_2-0{,}42x_3+0{,}85x_4=1{,}32\\0{,}63x_1-4{,}3x_2+1{,}27x_3-0{,}58x_4=-0{,}44\\0{,}84x_1-2{,}23x_2-5{,}2x_3-0{,}47x_4=0{,}64\\0{,}27x_1+1{,}37x_2+0{,}64x_3-12{,}7x_4=0{,}85\end{cases}$$

$$23)\begin{cases}6{,}4x_1+0{,}72x_2-0{,}83x_3+4{,}2x_4=2{,}23\\0{,}58x_1-8{,}3x_2+1{,}43x_3-0{,}62x_4=1{,}71\\0{,}86x_1+0{,}77x_2-18{,}3x_3+0{,}88x_4=-0{,}54\\1{,}32x_1-0{,}52x_2-0{,}65x_3+12{,}2x_4=0{,}65\end{cases}$$

$$24)\begin{cases}22x_1-3{,}17x_2+1{,}24x_3-0{,}84x_4=0{,}46\\1{,}5x_1+21{,}1x_2-0{,}45x_3+1{,}44x_4=1{,}5\\0{,}86x_1-1{,}44x_2+6{,}2x_3+0{,}28x_4=-0{,}12\\0{,}48x_1+1{,}25x_2-0{,}63x_3-9{,}7x_4=0{,}35\end{cases}$$

$$25)\begin{cases} 11{,}5x_1 + 0{,}62x_2 - 0{,}83x_3 + 0{,}92x_4 = 2{,}15 \\ 0{,}82x_1 - 5{,}4x_2 + 0{,}43x_3 - 0{,}25x_4 = 0{,}62 \\ 0{,}24x_1 + 1{,}15x - 3{,}3x_3 - 1{,}42x_4 = -0{,}62 \\ 0{,}73x_1 - 0{,}81x_2 + 1{,}27x_3 - 6{,}7x_4 = 0{,}88 \end{cases}$$

Tapşırıq №17. Qeyri-xətti tənliklər sisteminin təqribi həlli.

Tapşırığın məqsədi

1) Qeyri-xətti tənliklər sisteminin təqribi həlli üçün sadə iterasiya və Nyuton üsullarından istifadə etmə vərdişlərinin qazanılması.
2) Qeyri-xətti tənliklər sisteminin təqribi həlli üçün proqramların hazırlanması vərdişlərinin alınması.

Sadə iterasiya üsulu. Aşağıdakı qeyri-xətti tənliklər sisteminin

$$\begin{cases} x = \varphi_1(x, y) \\ y = \varphi_2(x, y) \end{cases}$$

Sadə iterasiya üsulu ilə həll alqoritmi aşağıdakı kimidir:

$$\begin{cases} x_{n+1} = \varphi_1(x_n, y_n) \\ y_{n+1} = \varphi_2(x_n, y_n), \quad (n = 0,1,2,...) \end{cases}$$

burada x_0, y_0 - hər hansı başlanğıc yaxınlaşmadır.

Misal.

$$\begin{cases} x_1^2 + x_2^2 = 1 \\ \ln x_1 + 2x_2 = -1 \end{cases}$$

qeyri-xətti tənliklər sistemini sadə iterasiya üsulu ilə həll etməli:

```
program iterasiya;
var x10, x20, eps, x1,x2,x11,t1,x21, t2: real;
begin x10:=0.9;  x20:=-0.45;   eps:=0.001;
x1:=x10;  x2:=x20;
repeat x11:=sqrt(1-sqr(x2));   t1:=abs(x11-x1);
```

```
x21:=-0.5*(1+LN(x1));  t2:= abs(x21-x1);
x1:=x11;  x2:=x21;
until ((t1<eps)and(t2<eps)):
writeln(x1,x2)
end.
```

Nyuton üsulu

$$\begin{cases} f(x,y)=0 \\ g(x,y)=0 \end{cases}$$

qeyri-xətti tənliklər sistemi üçün Nyuton üsuluna görə ardıcıl yaxınlaşmalar aşağıdakı düsturlarla hesablanır:

$$\begin{cases} x_{n+1} = x_n - \dfrac{\Delta_x^{(n)}}{J(x_n,y_n)}; \\ y_{n+1} = y_n - \dfrac{\Delta_y^{(n)}}{J(x_n,y_n)}, \end{cases}$$

burada

$$\Delta_x^{(n)} = \begin{vmatrix} f(x_n,y_n) & f'_y(x_n,y_n) \\ g(x_n,y_n) & g'_y(x_n,y_n) \end{vmatrix},$$

$$\Delta_y^{(n)} = \begin{vmatrix} f'_x(x_n,y_n) & f(x_n,y_n) \\ g'_x(x_n,y_n) & g(x_n,y_n) \end{vmatrix},$$

$$J(x,y) = \begin{vmatrix} f'_x(x,y) & f'_y(x,y) \\ g'_x(x,y) & g'_y(x,y) \end{vmatrix} \neq 0.$$

Başlanğıc x_0, y_0 yaxınlaşmalar təqribi seçilir.

Misal. $\begin{cases} x^2 - y^2 = 0 \\ e^{x^2-y-1} - x^2 - y^2 + 0{,}4 = 0 \end{cases}$

qeyri-xətti tənliklər sistemini Nyuton üsulu ilə həll etməli

```
program ntn;
label 1,2;
const eps=0.001;
var x1,x2,y1,y2,g,gx,gy,f,fx,fy,d,
    dx,dy,a,k:real;
begin x1:=0.1; y1:=0.1;
1: g=exp(sqr(x1)-1-y1)-sqr(x1)-sqr(y1)+0.4;
   gx:=2*x1*exp(sqr(x1)-1-y1)-2*x1;
   gy:=-exp(sqr(x1)-1-y1)-2*y1;
   f:=sqr(x1)-sqr(y1);
   fx:=2*x1; fy:=-2*y1;
   d:=gx*fy-gy*fx; dx:=gy*f-fy*g;
   dy:=g*fx-f*gx;
   x2:=x1+dx/d; y2:=y1+dy/d;
   if (abs(x2-x1)<eps)and(abs(y2-y1)<eps)
   then goto 2;
   x1:=x2; y1:=y2: goto 1;
2: writeln(x2,y2)
end.
```

Misal variantları.

1) $\begin{cases} \sin(x+1) - y = 1{,}2 \\ 2x + \cos y = 2 \end{cases}$

2) $\begin{cases} \cos(x-1) + y = 0{,}5 \\ x - \cos y = 3 \end{cases}$

3) $\begin{cases} \sin x + 2y = 2 \\ \cos(y-1) + x = 0{,}7 \end{cases}$

4) $\begin{cases} \cos x + y = 1{,}5 \\ 2x - \sin(y-0{,}5) = 1 \end{cases}$

5) $\begin{cases} \sin(x+0{,}5) - y = 1 \\ \cos(y-2) + x = 0 \end{cases}$

6) $\begin{cases} \cos(x+0{,}5) + y = 0{,}8 \\ \sin y - 2x = 1{,}6 \end{cases}$

7) $\begin{cases} \sin(x-1) = 1{,}3 - y \\ x - \sin(y+1) = 0{,}8 \end{cases}$

8) $\begin{cases} 2y - \cos(x+1) = 0 \\ x + \sin y = -0{,}4 \end{cases}$

9) $\begin{cases} \cos(x+0{,}5) - y = 2 \\ \sin y - 2x = 1 \end{cases}$

10) $\begin{cases} \sin(x+2) - y = 1{,}5 \\ x + \cos(y-2) = 0{,}5 \end{cases}$

11) $\begin{cases} \sin(y+1) - x = 1{,}2 \\ 2y + \cos x = 2 \end{cases}$

12) $\begin{cases} \cos(y-1) + x = 0{,}5 \\ y - \cos x = 3 \end{cases}$

13) $\begin{cases} \sin y + 2x = 2 \\ \cos(x-1) + y = 0{,}7 \end{cases}$

14) $\begin{cases} \cos y + x = 1{,}5 \\ 2y - \sin(x-0{,}5) = 1 \end{cases}$

15) $\begin{cases} \sin(y+0{,}5) - x = 1 \\ \cos(x-2) + y = 0 \end{cases}$

16) $\begin{cases} \cos(y+0{,}5) + x = 0{,}8 \\ \sin x - 2y = 1{,}6 \end{cases}$

17) $\begin{cases} \sin(y-1) + x = 1{,}3 \\ y - \sin(x+1) = 0{,}8 \end{cases}$

18) $\begin{cases} 2x - \cos(y+1) = 0 \\ y + \sin x = -0{,}4 \end{cases}$

19) $\begin{cases} \cos(y+0{,}5) - x = 2 \\ \sin x - 2y = 1 \end{cases}$

20) $\begin{cases} \sin(y+2) - x = 1{,}5 \\ y + \cos(x-2) = 0{,}5 \end{cases}$

21) $\begin{cases} \sin(x+1) - y = 1 \\ 2x + \cos y = 2 \end{cases}$

22) $\begin{cases} \cos(x-1) + y = 0{,}8 \\ x - \cos y = 2 \end{cases}$

23) $\begin{cases} \sin x + 2y = 1{,}6 \\ \cos(y-1) + x = 1 \end{cases}$

24) $\begin{cases} \cos x + y = 1{,}2 \\ 2x - \sin(y-0{,}5) = 2 \end{cases}$

25) $\begin{cases} \sin(x+0{,}5) - y = 1{,}2 \\ \cos(y-2) + x = 0 \end{cases}$

26) $\begin{cases} \cos(x+0{,}5) + y = 1 \\ \sin y - 2x = 2 \end{cases}$

Tapşırıq №18. Diferensial tənliklərin təqribi həlli

Tapşırığın məqsədi

1) Adi diferensial tənliklərin ədədi həlli üçün Eyler və Runqe-Kutta üsullarından istifadə etmə vərdişlərinin qazanılması.
2) Adi diferensial tənliklərin ədədi həlli üçün proqramların qurulması vərdişlərinin alınması.

Eyler üsulu. $\begin{cases} y' = f(x,y) \\ y(x_0) = y_0 \end{cases}$ adi diferensial tənlik üçün qoyulmuş bu Koşi məsələsinin ədədi həlli üçün Eyler üsulu aşağıdakı düsturla təyin edilir $y_{i+1} = y_i + \Delta y_i$, burada $\Delta y_i = hf(x_i, y_i)$ $(i = 0,1,2,...)$.

Misal. $\begin{cases} y' = y + 3x^2 e^x \\ y(0) = 0 \end{cases}$ məsələsini Eyler üsulu ilə $[0,1]$ parçasında $h = 0{,}1$ addımı ilə həll etməli:

```
program eyler;
var x,y,h:real; i,n:integer;
function f(x:real): real;
begin f:=3*sqr(x)*exp(x);
end;
begin x:=0; y:=0; h:=0.1; n:=10;
for i:=1 to n do
begin y:=y+h*(y+f(x)); x:=x+h;
writeln (i,‘x=’,x,‘y=’,y);
end;
end.
```

Runqe-Kutta üsulu. Baxdığımız Koşi məsələsinin təqribi həlli üçün Runqe-Kutta üsulu aşağıdakı düsturlar üzrə hesablanır:

$$y_{i+1} = y_i + \Delta y_i,$$

$$\Delta y_i = \frac{1}{6}(k_1^{(i)} + 2k_2^{(i)} + 2k_3^{(i)} + k_4^{(i)}),$$

burada

$$k_1^{(i)} = hf(x_i, y_i),$$
$$k_2^{(i)} = hf(x_i + h/2, y_i + k_1^{(i)}/2),$$
$$k_3^{(i)} = hf(x_i + h/2, y_i + k_2^{(i)}/2),$$
$$k_4^{(i)} = hf(x_i + h, y_i + k_3^{(i)}).$$

Misal Eyler üsulu üçün baxdığımız misalı Runqe-Kutta üsulu ilə həll edək:

```
program rk;
var x,y,h,b,c1,c2,c3,c4 : real;
function f(x,y:real): real;
begin f:=3*sqr(x)*exp(x)+y;
end;
begin x:=0; y:=0; h:=0.1; b:=1;
repeat
    c1:=f(x,y);
    c2:=f(x+0.5*h,y+h*c1*0.5);
    c3:=f(x+0.5*h,y+h*c2*0.5);
    c4:=f(x+h,y+h*c3);
    y:=y+h*(c1+2*c2+2*c3+c4)/6;
    x:=x+h;
    writeln(‘x=’,x,‘y=’,y);
until x>b;
end.
```

Misal variantları

Bütün variantlar üçün $x \in [0,1],\ h = 0,1$.

1) $y' = x + y^2,\ \ y(0) = 0,5;$ 2) $y' = 2x + y^2,\ \ y(0) = 0,3;$

3) $y' = x^2 + xy,\ \ y(0) = 0,2;$ 4) $y' = x^2 + y,\ \ y(0) = 0,4;$

5) $y' = 0,2x + y^2,\ \ y(0) = 0,1;$ 6) $y' = x^2 + 2y,\ \ y(0) = 0,1;$

7) $y' = xy + y^2,\ \ y(0) = 0,6;$ 8) $y' = x^2 + y^2,\ \ y(0) = 0,7;$

9) $y' = x^2 + 0,2y^2,\ y(0) = 0,2;$ 10) $y' = 0,3x + y^2,\ \ y(0) = 0,4;$

11) $y' = 0,1x + 0,2y^2,\ y(0) = 0,3;$ 12) $y' = x + 0,3y^2,\ \ y(0) = 0,3;$

13) $y' = 2x^2 + xy,\ \ y(0) = 0,5;$ 14) $y' = 0,1x + 2xy,\ \ y(0) = 0,8;$

15) $y' = x^2 + 0,2xy,\ y(0) = 0,6;$ 16) $y' = 3x^2 + 0,1xy,\ y(0) = 0,2;$

17) $y' = x^2 + 3xy,\ \ y(0) = 0,3;$ 18) $y' = x^2 + 0,1y^2,\ y(0) = 0,7;$

19) $y' = 2x + 3y^2,\ \ y(0) = 0,2;$ 20) $y' = 0,2x^2 + y^2,\ y(0) = 0,8;$

21) $y' = 0,3x^2 + 0,1y^2,\ y(0) = 0,3;$ 22) $y' = xy + 0,1y^2,\ y(0) = 0,5;$

23) $y' = 0,2xy + y^2,\ y(0) = 0,4;$ 24) $y' = 0,1xy + 0,3y^2,\ y(0) = 0,2;$

25) $y' = 3x + 0,1y^2,\ y(0) = 0,4;$ 26) $y' = 0,2x + 3y^2,\ y(0) = 0,2;$

Tapşırıq №19. Dəyişən tiplər. Çoxluqlar və yazılışlar.

Tapşırığın məqsədi.

1. Dəyişən tiplər. Çoxluqlar və yazılışlarnan iş vərdişlərinin qazanılması.
2. Dəyişən tiplərə çoxluqlara və yazılışlara aid proqramların qurulması, vərdişlərinin qazanılması.

Hesabat forması.

1. Məsələnin qoyuluşu.

2. Məsələnin həll alqoritmi.
3. Proqramların mətni və onu yerinə yetirilməsi üçün göstərişlər.

Misal. Həftənin günləri sadalanır. İş günlərini ayırmalı.

```
program s1;
type day=(sat,sun,mon,tue,wed,thu,fre);
workday=mon..fre;
var k:workday;
begin
for k:=mon to fre do
writeln(k)
end.
```

Misal. Simvol tipli üç çoxluq verilib:
Y1=['A','B','D','R','M'];
Y2=['R','A','H','D'];
Y3=['A','R']. Bu çoxluqlardan **X=(Y1*Y2)+(Y1-Y2)** çoxluğunu qurmalı və onu çapa çıxarmalı. Sonra isə **Y3** çoxluğunun **X** çoxluğuna daxil olub olmadığını yoxlamalı.

```
Program A72;
Var Y1,Y2,Y3,X:set of char; C:char;
begin
Y1=['A', 'B', 'D', 'R', 'M'];
Y2 =['R', 'A', 'H', 'D'];
Y3=['A','R'];
X=(Y1*Y2)+(Y1-Y2);
for c:='A' to 'R' do
if c in X then write (c);
if Y3 <=X then write ('Y3 çoxluğu X-ə daxildir')
else write ('Y3 çoxluğu X-ə daxil deyil')
end.
```

Misal. Tam ədədlər çoxluğundan (1,..,20), 6-ya qalıqsız bölünən ədədlər çoxluğunu, 2 və ya 3 qalıqsız bölünən ədədlər çoxluğunu ayırmalı.

```
Program A73;
Const N=20;
Var N2,N3,N6,N23:set of integer;
K:integer;
begin
N2:=[ ]; N3:=[ ];
for k:=1 to N do
begin
if k mod 2 = 0 then N2:=N2+[K];
if k mod 3 = 0 then N3:=N3+[K];
end;
```

```
N6:=N2*N3; N23:=N2+N3;
Writeln ('6-ya bölünən ədədlər:');
For k:=1 to n do
if k in N6 then write (k);
writeln ('2 və ya 3-ə bölünən ədədlər:');
for k:=1 to n do
if k in N23 then write (k)
end.
```

Misal. Tələbələrin proqramlaşdırma fənni üzrə imtahan cədvəli verilib. Əlaçı tələbələrin (yəni 5 qiyməti almış) və soyadı A hərfi ilə başlayan tələbələrin sayını tapmalı.

```
program imt;
const m=25;
type
  t=record
    f:array[1..m] of char;
     g:integer;
   end;
var siyahi:t; i,k,s1,s2,n:integer;
begin
    s1:=0; s2:=0;
    writeln ('tələbələrin sayı:')
    readln (n);
    writeln ('soyadı, adı, qiymət');
for i:=1  to n do
begin
for k:=1 to m do
    read (siyahi.f[k]);
    read (siyahi.g);
if siyahi.g=5 then s1:=s1+1;
if siyahi.f[1]='a' then s2:=s2+1
    end;
writeln ('əlaçı tələbələr=', s1);
writeln ('soyadı a hərfi ilə başlayan tələbələr=', s2);
end.
```

Misal variantları.

1. Fəsillərin adları (qış, yaz, yay, payız) sadalanır, qış fəslindən sonra gələn fəslin sıra nömrəsini təyin etməli.
2. Yay aylarının adları (iyun, iyul, avqust) sadalanır, avqust ayından əvvəl gələn ayın adını təyin etməli.
3. Həftənin günləri sadalanır. Cümə günündən sonra gələn günün adını təyin etməli.
4. Proqramlaşdırma dillərinin (Beyzik, Paskal, Fortran, Ada, Lisp, PL1) siyahısı verilib. Paskal dilinin sıra nömrəsini və Lisp dilindən sonra gələn dilin adını təyin etməli.

5. İlin ayları sadalanır və M tam ədədi verilib. M nömrəli ayın adını təyin etməli (0<M<11).
6. İlin ayları sadalanır və M tam ədədi verilib. M nömrəli aydan sonra gələn ayın adını təyin etməli.
7. Notlar sadalanır (do, re, mi, fa, sol, lya, si). Mi notundan sonra gələn notun adını və nömrəsini təyin etməli.
8. Rəqəmlərin adları sadalanır (sıfır, bir, iki, üç, dörd, beş) və onların uyğun rəqəm simvolları («0»,…, «5») verilib. Uyğun rəqəm simvola görə dəyişənə onun adını mənimsətməli.
9. Ölkələrin və onların paytaxtlarının adları sadalanır. Ölkənin adını bildirən dəyişənə əsaslanaraq, ona uyğun paytaxt adını başqa bir dəyişənə mənimsətməli.
10. Fəsillərin və ilin adları sadalanır. Verilmiş M nömrəli ayın hansı fəsilə aid olduğunu təyin etməli.
11. Ölkələrin və qitələrin adları sadalanır. Hansı ölkənin hansı qitəyə aid olduğunu təyin etməli.
12. Həftənin günlərinin nömrələrini və uyğun günlərin azərbaycan və ingilis dillərində adını verməli, hər hansı k nömrəli günü seçməli.
13. Aparılmış imtahanın nəticələri verilib. Qrupda imtahandan əla, yaxşı, kafi və qeyri-kafi qiymətlər almış tələbələrin sayını təyin etməli.
14. Aşağıdakı münasibətlərin qiymətlərini hesablamalı:

```
1. [2]<>[2,2,2];
2. ['a','b']=['b', 'a'];
3. [2,3,5,7]<=[1,2,3,4,5,6,7]
4. [7,1,3,]<>[2,4,6,8];
5. [Baki]<=[Baki, Sheki]
6. [7,1,2,3,4,5,6]=[1,2,3,4,5,6,7]
```

15. Aşağıdakı ifadələrin qiymətlərini hesablamalı:

```
1. trunc (3,9) in [1,2,3];
2. succ ('c') in ['b', 'c', 'd'];
3. 16 in [15, 16];
4. 'a' in ['a', 'b', 'c'];
5. round (4,7) in [3,4,5];
6. pred ('b') in ['a', 'b', 'c'];
```

16. Aşağıdakı ifadələrin qiymətlərini hesablamalı:

```
1. [1,3,5]+[2,4];
```

```
2. [2,4,6,8]*[3,5,7];
3. [1,2,3,4,5]-[2,4];
4. [ ]+[4];
5. [1,2,3,4,5,6,]*[3,4,5,6,7,8];
6. [2,3,4]-[1,2,3,4,5]
```

17. Aşağıdakı ifadələrin qiymətlərini hesablamalı:

```
1. ['A', 'B', 'C']+['B', 'E'];
2. ['B', 'C', 'D']+['B', 'C'];
3. ['L', 'K', 'M']-['A', 'L', 'B', 'M'];
4. ['B', 'F']+['B', 'C', 'D'];
```

18. Aşağıdakı ifadələrin qiymətlərini hesablamalı:

```
1. [2,4]+[1,2,3,4,5]*[1,3,5];
2. [4,5,6,7]-[1,4,6,7]+[1,3,7];
3. ['A','B','C']+['D','E']*['A','C']
```

19. N simvoldan ibarət mətn verilib. Bu mətnə verilmiş ‘A’, ‘B’, ‘C’, simvollardan hansılarının daxil olduğunu təyin etməli.
20. N simvoldan ibarət mətn verilib. Bu mətndə hansı rəqəmlərdən olduğunu təyin etməli. Mətnin sonu nöqtə işarəsi ilə tamamlanır və bu işarə ilə təyin olunur.
21. N- tam ədədi verilib. 1,…,N – tam ədədlər çoxluğundan tək və cüt ədədlərdən ibarət çoxluqlar ayırmalı.
22. N simvoldan ibarət mətn verilib. Bu mətndə rast gələnən «0»-dan «9»-a qədər rəqəmlərdən ibarət çoxluq qurmalı.
23. N simvoldan ibarət mətn verilib. Bu mətndə rast gələnən «A»-dan «F»-a qədər rəqəmlərdən ibarət çoxluq qurmalı
24. N- tam ədədi verilib. 1,…,N – tam ədədlər çoxluğundan 3-ə və 5-ə qalıqsız bölünən ədədlərdən ibarət çoxluqlar ayırmalı.
25. N- tam ədədi verilib. 1,…,N – tam ədədlər çoxluğundan 2-yə və 3-ə qalıqsız bölünən ədədlərdən ibarət çoxluqlar ayırmalı.
26. N simvollardan ibarət mətn verilib. Bu mətndə rast gələnən «A»-dan «Z»-a qədər hərf və «0»-dan «9»-a qədər rəqəmlərdən ibarət çoxluq yaratmalı.
27. N simvoldan ibarət mətn verilib. Mətndə rast gələnən rəqəm və cəbri əməl işarələrindən ibarət çoxluq qurmalı.

28. N- tam ədədi verilib. 2,…,N – tam ədədlər çoxluğundan 2-yə bölmə nəticəsində alınan qalıq hədlərindən ibarət çoxluqlar ayırmalı.
29. N- tam ədədi verilib. 3,…,N – tam ədədlər çoxluğundan 3-ə bölmə nəticəsində alınan qalıq hədlərindən ibarət çoxluqlar ayırmalı.
30. Aşağıdakı anlayışların ifadə edilməsi üçün uyğun yazılış tiplərini təsvir etməli: 1) zaman – saat, dəqiqə və saniyə; 2) vaxt – gün, ay və il; 3) ünvan – şəhər, küçə, ev, mənzil; 4) seminar – fənn, müəllim, qrupun nömrəsi, həftənin günü, məşğələnin saatı, auditoriya.
31. N sayda tələbənin soyadı, anadan olduğu il, ali məktəbə daxil olduğu il və sessiyada üç fənndən aldığı qiymətlər verilir. Tələbələrin siyahısını çıxarmalı və əlaçıların siyahısını ayırmalı.
32. N sayda tələbə haqqında anket məlumatlar (mis. 31) və sessiyada üç fənndən aldığı qiymətlər verilir. Yalnız yaxşı qiymətlər almış tələbələrin siyahısını çıxarmalı.
33. N sayda tələbə haqqında anket məlumatlar (mis. 31) və sessiyada üç fənndən aldığı qiymətlər verilir. Soyadı A hərfi ilə başlayan tələbələr haqqında məlumatları çıxarmalı.
34. N sayda tələbə haqqında anket məlumatlar (mis. 31) və sessiyada üç fənndən aldığı qiymətlər verilir. Tələbələrin sessiya üzrə orta qiymətini tapmalı və onlar haqqında məlumatları birgə çıxarmalı.
35. N sayda tələbənin soyadı və sessiyada üç fənndən aldığı qiymətlər verilir. Tələbələrin sessiya üzrə orta qiymətini tapmalı və onların siyahısını orta qiymətin azalması boyunca düzməli.
36. N sayda tələbənin soyadı və sessiyada üç fənndən aldığı qiymətlər verilir. Tələbələrin anadan olduğu illərin artımı boyunca siyahısını çıxarmalı.

Tapşırıq №20. Xüsusi törəməli diferensial tənliklərin və inteqral tənliklərin təqribi həlli.

<u>Tapşırığın məqsədi.</u>

1. Elliptik, hiperbolik və parabolik tip xüsusi törəməli diferensial

tənliklərin təqribi həlli üçün şəbəkə üsulundan, inteqral tənliklərin təqribi həlli üçün inteqralı inteqral cəmi ilə əvəz etmə üsulundan istifadə etmə vərdişlərinin qazanılması.

2. Xüsusi törəməli diferensial tənliklərin və inteqral tənliklərin təqribi həlli üçün proqramların hazırlanması vərdişlərinin alınması.

Elliptik tip tənliklərin həlli üçün şəbəkə üsulu.

Bu üsulun əsasında törəmələrin sonlu-fərqlərlə əvəz edilməsi ideyası durur.

$$\Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = f(x,y). \tag{1}$$

Puasson tənliyi üçün Dirixle məsələsi aşağıdakı kimi qoyulur: hər hansı G oblastının daxilində (1) tənliyi, bu oblastın Γ sərhədində isə

$$u|_{\Gamma} = \varphi(x,y) \tag{2}$$

şərtini ödəyən $u = u(x,y)$ funksiyasını tapmaq tələbə olunur. Burada $\varphi(x,y)$ - verilmiş kəsilməz funksiyadır.

Şəbəkə quraq. Burda x oxu üzrə h addımını, y oxu üzrə l addımını seçək və koordinatları $x_i = x_0 + ih$, $y_j = y_0 + jl$ $(i, j = 0,\pm1,\pm2,...)$ olan nöqtələr çoxluğunu quraq. Burada $x_0, y_0 - G \cup \Gamma$ aid olan hər hansı bir nöqtənin koordinatlarıdır. Şəbəkənin $G \cup \Gamma$ aid olan (x_i, y_j) düyün nöqtələrinə daxili, yerdə qalan nöqtələrə isə sərhəd düyün nöqtələri deyəciyik.

(1) tənliyində törəmələri hər bir daxili düyün nöqtəsində sonlu-fərq münasibətləri ilə əvəz etsək, (1) tənliyini R_{ij} xətası ilə approksimasiya edən aşağıdakı sonlu-fərq tənliyini alarıq:

$$\frac{u_{i+1} - 2u_{ij} + u_{i-1j}}{h^2} + \frac{u_{ij+1} - 2u_{ij} + u_{ij-1}}{\ell^2} \equiv f_{ij}, \tag{3}$$

harada $f_{ij} = f(x_i, y_j)$, R_{ij} xətası isə aşağıdakı bərabərsizliklə qiymətləndirilir:

$$\left|R_{ij}\right| \le \frac{M_4}{12}\left(\ell^2 + h^2\right),$$

harada

$$M_4 = \max_G \left\{ \left|\frac{\partial^4 u}{\partial x^4}\right|, \left|\frac{\partial^4 u}{\partial y^4}\right| \right\}.$$

(3) tənliyi, u_{ij}-un sərhəd düyün nöqtələrindəki qiymətləri ilə birlikdə, $u(x, y)$ funksiyasının (x_i, y_i) düyün nöqtələrindəki qiymətlərinə nəzərən xətti cəbri tənliklər sistemini əmələ gətirir. Bu sistemi məlum hər hansı bir üsulla həll edib, u_{ij} qiymətlərini taparıq. Bu sistem, düzbucaqlı oblast və $h = \ell$ hallarında ən sadə halda olur. Belə ki, $h = \ell$ halında (3) tənliyi aşağıdakı kimi yazılır:

$$u_{i+1,j} + u_{i-1,j} + u_{i,j+1} + u_{i,j-1} - 4u_{i,j} = h^2 f_{ij}. \qquad (4)$$

Sərhəd düyün nöqtələrindəki qiymətləri isə, burada sərhəd funksiyasının qiymətləri ilə üst-üstə düşür. $f(x, y) = 0$ halında (1) tənliyi Laplas tənliyi adlanır və ona uyğun sonlu-fərqlər tənliyi aşağıdakı şəkildə olacaq:

$$u_{ij} = \frac{1}{4}\left(u_{i+1,j} + u_{i-1,j} + u_{i,j+1} + u_{i,j-1}\right). \qquad (5)$$

Laplas tənliyi üçün R_{ij} qalıq həddi aşağıdakı bərabərsizliklə qiymətləndirilir:

$$\left|R_{ij}\right| \le \frac{h^2}{6} M_4,$$

harada

$$M_4 = \max_G \left\{ \left|\frac{\partial^4 u}{\partial x^4}\right|, \left|\frac{\partial^4 u}{\partial y^4}\right| \right\}.$$

İndi G oblastının düzbucaqlı olduğu hala, yəni $0 \le x \le a$, $0 \le y \le b$ halına baxaq. Onda (2) sərhəd şərtini aşağıdakı şəkildə yazmaq olar:

$$u(x,0) = \alpha_0(x), \; u(x,b) = \alpha_1(x), \; 0 \le x \le a, \tag{6}$$

$$u(0,y) = \beta_0(y), \; u(\alpha,y) = \beta_1(y), \; 0 \le y \le b. \tag{7}$$

Burada $h = a/N$, $\ell = b/M$ qəbul etsək, harada N və M - hər hansı müsbət tam ədədlərdir, nəticədə aşağıdakı xətti cəbri tənliklər sistemini alarıq:

$$u_{i+1,j} + \sigma u_{i,j+1} - 2(1+\sigma)u_{i,j} + \sigma u_{i,j-1} + u_{i-1,j} = h^2 f_{ij}, \tag{8}$$

$$i = \overline{1, N-1}, \quad j = \overline{1, M-1}$$

$$u_{i0} = \alpha_0(x_i), \; u_{iM} = \alpha_1(x_i), \; i = \overline{0,N}, \tag{9}$$

$$u_{0j} = \beta_0(y_j), \; u_{Nj} = \beta_1(y_j), \; j = \overline{0,M}, \; \sigma = \frac{h^2}{\ell^2}. \tag{10}$$

Bu halda Laplas tənliyi üçün uyğun sonlu-fərqlər tənliyini

$$u_{ij} = \frac{1}{4}\left(u_{i-1,j-1} + u_{i+1,j-1} + u_{i-1,j+1} + u_{i+1,j+1}\right)$$

şəklində, Puasson tənliyi üçün isə aşağıdakı şəkildə də vermək olar:

$$u_{ij} = \frac{1}{4}\left(u_{i-1,j-1} + u_{i+1,j-1} + u_{i-1,j+1} + u_{i+1,j+1}\right) + \frac{h^2}{2} f_{ij}.$$

Misal. Aşağıdakı Laplas tənliyi üçün Dirixle sərhəd məsələsini $x \in [0,1]$, $y \in [0,1]$, $h_x = 0{,}2$, $h_y = 0{,}2$ şərtləri daxilində şəbəkə üsulu ilə həll etməli.

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0,$$

$$u(0,y) = 0; \; u(x,0) = 0;$$

$$u(1,y) = y; \; u(x,1) = x.$$

```
program elliptik;
const n1=6; m1=6;
label 3;
type t1=array[1..m1] of real;
     t2=array[1..n1, 1..n1] of real;
var u:t2; x,y:t1; hx,hy,a,b,eps,t,
   y1,x1,am,w,r:real; n,m,i,i1,j1,j:integer;
function f1(y5:real): real;
   begin f1:=0 end;
function f2(y5: real): real;
   begin f2:=y5; end;
function f3(x5: real): real;
   begin f3:=0; end;
function f4(x5:real):real;
   begin f4:=x5 end;
begin
 hx:=0.2; hy:=0.2; a:=1;
 b:=1; eps:=0.0001; n:=5;  m:=5;
for i:=1 to m1 do
begin
  y[i]:=0,2*(i-1);   x[i]:=0.2*(i-1);
end;
   hy:=b/m; hx:=a/n; i1:=n+1;
    j1:=m+1; t:=sqr(hx/hy);
    for j:=1 to j1 do
begin
    y1:=hy*(j-1);
    u[1,j]:=f1(y1);   u[i1,j]:=f2(y1)
end;
    for i:=1 to j1 do
begin
    x1:=hx*(i-1);
```

```
    u[i,1]:=f3(x1); u[i,j1]:=f4(x1);
end;
    for i:=2 to n do
    for j:=2 to m do u[i,j]:=1;
3: am:=0; for i:=2 to n do
    for j:=2 to m do
  begin
    w:=0.5*(u[i-1,j]+u[i+1,j]+u[i,j-1]*t+
        u[i,j+1]*t)/(1+t)
    r:=abs (w-u[i,j]);
    if r>am then am:=r;   u[i,j]:=w; end;
    if am>eps then goto 3;
    for j:=1 to m1 do
 begin
 writeln (j,y[j]);
 for i:=1 to m1 do writeln (i,x[i], u[i,j]);
end;
end.
```

Parabolik tip tənliklərin həlli üçün şəbəkə üsulu.

İstilik keçirmə tənliyi üçün qarışıq məsələni nəzərdən keçirək.

$$\frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \qquad (11)$$

$$u(x,0) = f(x); \ (0 < x < s) \qquad (12)$$

başlanğıc şərtini və

$$u(0,t) = \varphi(t); \ u(s,t) = \psi(t) \qquad (13)$$

sərhəd şərtlərini ödəyən $u(x,t)$ funksiyasını tapmalı.

Yəni $\tau = a^2 t$ dəyişəni daxil etməklə (11) tənliyi aşağıdakı şəklə gətirək:

$$\frac{\partial u}{\partial \tau}=\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}.$$

Buna görə də $a=1$ qəbul edəcəyik. $t\geq 0,\ 0\leq x\leq s$ yarım zolağında aşağıdakı iki paralel düz xətlər ailəsini quraq.

$$x=ih\quad (i=0,1,2,...),\quad t=j\ell\ \ (j=0,1,2,...)$$

$x=ih,\quad t_j=j\ell,\ \ u(x_i,t_j)=u_{ij}$ işarələməsini aparıb, $\partial^2 u/\partial x^2$ törəməsini hər bir daxili (x_i,t_j) düyün nöqtəsində təqribi olaraq

$$\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}\right)_{ij}\approx\frac{u_{i+1j}-2u_{ij}+u_{i-1j}}{h^2}$$

sonlu-fərq münasibəti ilə, $\partial u/\partial t$ törəməsini isə aşağıdakı iki sonlu-fərq münasibətlərindən hər hansı biri ilə əvəz edək:

$$\left(\frac{\partial u}{\partial t}\right)_{ij}\approx\frac{u_{ij+1}-u_{ij}}{\ell},\quad \left(\frac{\partial u}{\partial t}\right)_{ij}\approx\frac{u_{ij}-u_{ij-1}}{\ell}.$$

Onda (11) tənliyi üçün $a=1$ halında aşağıdakı iki cür sonlu-fərqlər tənliyini alarıq:

$$\frac{u_{i,j+1}-u_{i,j}}{\ell}=\frac{u_{i+1,j}-2u_{i,j}+u_{i-1,j}}{h^2}, \tag{14}$$

$$\frac{u_{i,j}-u_{i,j-1}}{\ell}=\frac{u_{i+1,j}-2u_{i,j}+u_{i-1,j}}{h^2}, \tag{15}$$

$\sigma=\ell/h^2$ işarələməsi aparıb, bu tənlikləri aşağıdakı şəklə gətirək:

$$u_{i,j+1}=(1-2\sigma)u_{i,j}+\sigma(u_{i+1,j}+u_{i-1,j}), \tag{16}$$

$$(1-2\sigma)u_{i,j}-\sigma(u_{i+1,j}+u_{i-1,j})-u_{i,j-1}=0. \tag{17}$$

(16) və (17) tənliklərində σ ədədini seçərkən, nəzərə almaq lazımdır ki, diferensial tənliyi fərq tənliyi ilə əvəz edərkən xəta ən kiçik olmalıdır və bu fərq tənliyi dayanıqlı olmalıdır.

İsbat olunub ki, (16) tənliyi $0<\sigma\leq 1/2$ olduqda, (17) tənliyi isə σ ixtiyari olduqda dayanıqlıdır. Belə ki, (16) tənliyi üçün $\sigma=1/2$ olduqda əlverişli şəkil

$$u_{i,j+1} = \frac{u_{i-1,j} + u_{i+1,j}}{2} \qquad (18)$$

$\sigma = 1/6$ olduqda isə əlverişli şəkil

$$u_{i,j+1} = \frac{1}{6}\left(u_{i-1,j} + 4u_{ij} + u_{i-1,j}\right) \qquad (19)$$

olacaqdır.

(17), (18), (19) tənliklərindən $0 \le x \le s,\ 0 \le t \le T$ zolağında alınan təqribi həllərin xətaları uyğun olaraq aşağıdakı kimi qiymətləndirilir:

$$|u - \overline{u}| \le T\left(\frac{\ell}{2} + \frac{h^2}{12}\right)M_1 \qquad (20)$$

$$|u - \overline{u}| \le \frac{T}{3}M_1 h^2, \qquad (21)$$

$$|u - \overline{u}| \le \frac{T}{135}M_2 h^4, \qquad (22)$$

harada $\overline{u}$ - (11)-(13) məsələsinin dəqiq həllidir.

$$M_1 = \max\{|\ f^{(4)}(x)\ |,\ |\ \varphi''(t)\ |,\ |\ \psi''(t)\ |\},$$

$$M_2 = \max\{|\ f^{(6)}(x)\ |,\ |\ \varphi^{(4)}(t)\ |,\ |\ \psi^{(4)}(t)\ |\},\ 0 \le t \le T,\ 0 \le x \le s.$$

Şəbəkə üsulu ilə bircins olmayan parabolik tənlik üçün qarışıq sərhəd məsələsini də həll etmək olar:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + F(x,t)$$

Onda aşkar sxemdən istifadə etməklə alınan fərq tənliyi aşağıdakı şəkildə olacaqdır:

$$u_{i,j+1} = (1 - 2\sigma)u_{i,j} + \sigma(u_{i+1,j} + u_{i-1,j}) + \ell F_{ij}$$

Buradan $\sigma = 1/2$ olduqda alarıq:

$$u_{i,j+1} = \frac{1}{2}(u_{i+1,j} + u_{i-1,j}) + \ell F_{ij} \qquad (23)$$

və $\sigma = \dfrac{1}{6}$ olduqda isə

$$u_{i,j+1} = \frac{1}{6}(u_{i-1,j} + 4u_{i,j} + u_{i+1,j}) + \ell F_{ij} \qquad (24)$$

Bu halda (23) tənliyi üçün xəta aşağıdakı kimi qiymətləndirilir:

$$|\overline{u} - u| \le \frac{T}{4}\left(M_2 + \frac{1}{3}M_4\right)h^2,$$

(24) üçün

$$|\overline{u} - u| \le \frac{T}{72}\left(\frac{1}{3}M_2 + \frac{1}{5}M_6\right)h^4,$$

harada

$$M_2 = \max\left|\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}\right|, \quad M_3 = \max\left|\frac{\partial^3 u}{\partial t^3}\right|,$$

$$M_4 = \max\left|\frac{\partial^4 u}{\partial t^4}\right|, \quad M_6 = \max\left|\frac{\partial^6 u}{\partial t^6}\right|,$$

Misal. Aşağıdakı parabolik tip tənlik üçün qoyulmuş sərhəd məsələsini $x \in [0,1];\ t \in [0;\ 1,2];\ h_x = 0,1,\ h_t = 0,02$ şərtləri daxilində şəbəkə üsulu ilə həll etməli.

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2},$$

$$u(x,0) = F(x);\ u(0,t) = 10;\ \ u(1,t) = 20;$$

harada

$$F(x) = \begin{cases} 10 - 20x, & x \in [0;\ 0,5], \\ 40x - 20, & x \in [0,5;\ 1]. \end{cases}$$

```
program parabolic;
label 2;
type G1=array[1..11] of real;
G2=array[1..9] of real;
```

```
var u,xp:G1;
    P,Q:G2; hx,ht,x,t1,t,AL,b1,a1:real;
    n,i,j,n1,n2,i1:integer;
function F(x:real):real;
   begin
     if x<0.5 then f:=10-20*x else f:=40*x-20
   end;
begin
   n:=10; hx:=0.1; ht:=0.02;
   xp[1]:=0; xp[11]:=1;
   u[1]:=10; u[11]:=20; t1:=9*ht;
   for i:=2 to n do
begin
   x:=(i-1)*hx; xp[i]:=x; u[i];=f[x];
end;
   writeln (xp[i]);
   t:=0;
   writeln (t,u[i]);
   for j:=1 to 60 do
begin
   n1:=n-1; n2:=n-2;
   AL:=ht/sqr(hx); b1:=-AL;
   a1:=1+2*AL;
   p[1]:=-b1/a1;
   Q[1]:=(u[2]-b1*u[1])/a1;
   for i:=2 to n1 do
begin
   p[i]:=-b1/(b1*p[i-1]+a1);
   Q[i]:=(u[i+1]-b1*Q[i-1])/(b1*p[i-1]+a1);
end;
  u[n]:=(u[n]-b1*u[n+1]-b1*Q[n-1])/
        (b1*p[n-1]+a1);
   for i:=1 to n2 do
begin i1:=n-i;
  u[1]:=Q[i-1])+p[i1-1]*u[i1+1]
end; t:=t+ht;
   if t<t1 then goto 2;
   t1:=t1+10*ht;
```

```
    wruteln (t);
   for i:=1 to 11 do
   write(u[i]);
   writeln;
2: end; end.
```

Hiperbolik tip tənliklərin həlli üçün şəbəkə üsulu.

Simin rəqs tənliyi üçün qarışıq sərhəd məsələsini nəzərdən keçirək. Biz,

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \tag{25}$$

tənliyini,

$$u(x,0) = f(x); \ \frac{\partial u(x,0)}{\partial t} = \Phi(x) \quad (0 \le x \le s) \tag{26}$$

başlanğıc şərtlərinini və aşağıdakı sərhəd şərtlərini

$$u(0,t) = \varphi(t); \ u(s,t) = \psi(t) \tag{27}$$

ödəyən funksiyanı təyin etməliyik.

$\tau = at$ dəyişənini daxil edək, onda (25) tənliyi aşağıdakı şəklə düşər:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial \tau^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}.$$

Ona görə də $a = 1$ qəbul edəcəyik.

$t \ge 0,\ 0 \le x \le s$ yarım zolağında $x = ih\ (i = \overline{0,n}),\ t = j\ell$ $(j = 0,1,2,\ldots)$ iki paralel düz xəttlər ailəsini qurub (28) tənliyindəki törəmələri sonlu-fərq münasibətləri ilə əvəz edək.

Törəmələr üçün simmetrik düsturlardan istifadə etsək alarıq:

$$\frac{u_{i,j+1} - 2u_{i,j} + u_{i,j-1}}{\ell^2} = \frac{u_{i+1,j} - 2u_{i,j} + u_{i-1,j}}{h^2}, \tag{29}$$

$\alpha = \ell / h$ işarələməsi aparsaq, aşağıdakı sonlu-fərq tənliyini alarıq:

$$u_{i,j+1} = 2u_{i,j} - u_{i,j-1} + \alpha^2 (u_{i+1,j} - 2u_{i,j} + u_{i-1,j}) \tag{30}$$

İsbat olunub ki, $\alpha \le 1$ olduqda bu tənlik dayanıqlıdır. Xüsusi halda, $\alpha = 1$ olduqda (30) tənliyi aşağıdakı ən sadə halda olur:

$$u_{i,j+1} = u_{i+1,j} + u_{i-1,j} - u_{i,j-1} \tag{31}$$

(30) tənliyindən $0 < x \le s,\ 0 < t \le T$ zolağında alınan təqribi həllin xətası aşağıdakı kimi qiymətləndirilir:

$$|u-\overline{u}| \le \frac{h^2}{12}\left[(M_4 h + 2M_3)T + T^2 M_4\right],$$

harada $\overline{u}$ -dəqiq həll, $M_k = \max\left\{\left|\frac{\partial^k u}{\partial t^k}\right|, \left|\frac{\partial^k u}{\partial x^k}\right|\right\}, (k=3,4)$ (25)-(27) məsələsinin təqribi həllini tapmaq üçün, həllin başlanğıc iki laydakı qiymətini bilmək lazımdır. Bu qiymətləri isə başlanğıc şərtlərdən aşağıdakı üsullardan hər hansı biri ilə təyin etmək olar.

I üsul. Burada (26) başlanğıc şərtində $\frac{\partial u(x,0)}{\partial t}$ törəməsini

$$\frac{u_{i1}-u_{i0}}{\ell} = \Phi(x_i) = \Phi_i$$

sonlu fərqi ilə əvəz edirik və $u(x,t)$ - nin $j=0, j=1$ laylarındakı qiymətlərini təyin etmək üçün

$$u_{i0} = f_i, u_{i1} = f_i + \ell\Phi_i.$$

alarıq. Belə hal üçün u_{i1} qiymətinin xətası aşağıdakı kimi qiymətləndirilir.

$$|\overline{u}_{i1} - u_{i1}| \le \frac{\alpha h}{2} M_2,$$

harada

$$M_2 = \max\left\{\left|\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}\right|, \left|\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}\right|\right\}.$$

II üsul. $\frac{\partial u(x,0)}{\partial t}$ törəməsini $\frac{u_{i,1}-u_{i,-1}}{2\ell}$ sonlu fərq ilə əvəz edirik, harada $u_{i,-1}$ $u(x,t)$ funksiyasının $j=-1$ layındakı qiymətidir. Onda (26) başlanğıc şərtlərindən alarıq:

$$u_{i0} = f_i, \frac{u_{i,1}-u_{i,-1}}{2\ell} = \Phi_i. \tag{32}$$

(31) fərq tənliyini $j=0$ layı üçün yazaq:

$$u_{i1} = u_{i+1,0} + u_{i-1,0} - u_{i,-1}. \tag{33}$$

(32) və (33) tənliklərindən $u_{i,-1}$ qiymətini çıxarsaq, alarıq:

$$u_{i0} = f_i, u_{i1} = \frac{1}{2}(f_{i+1} + f_{i-1}) + \ell\overline{\Phi}_i.$$

u_{i1} qiymətinin xətası aşağıdakı kimi qiymətləndirilir:

$$|\overline{u}_{i1} - u_{i1}| \le \frac{h^4}{12}M_4 + \frac{h^3}{6}M_3,$$

harada

$$M_k = \max\left\{\left|\frac{\partial^k u}{\partial t^k}\right|, \left|\frac{\partial^k u}{\partial x^k}\right|\right\}, \quad (k = 3,4)$$

III üsul. Əgər $f(x)$ funksiyası, sonlu ikinci tərtib törəməyə malikdirsə, onda u_{i1} qiymətini Teylor düsturu vasitəsilə təyin etmək olar:

$$u_{i1} \approx u_{i0} + \ell\frac{\partial u_{i0}}{\partial t} + \frac{\ell^2}{2}\frac{\partial^2 u_{i0}}{\partial t^2} \tag{34}$$

(28) tənliyindən və (26) başlanğıc şərtlərindən istifadə etsək, alarıq:

$$u_{i0} = f_i, \frac{\partial u_{i0}}{\partial t} = \Phi_i, \frac{\partial^2 u_{i0}}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u_{i0}}{\partial x^2} = f_i''.$$

Onda (34) düsturundan alarıq:

$$u_{i1} \approx f_i + \ell\Phi_i + \frac{\ell^2}{2}f_i'' \tag{35}$$

Bu düstur üzrə alınan u_{i1} qiymətlərinin xətası $O(\ell^3)$ tərtibinə malikdir.

Qeyri-bircins tənlik üçün qarışıq sərhəd məsələsinin həllinə şəbəkə üsulu analoji qayda ilə tətbiq edilir:

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

Bu halda uyğun sonlu-fərq tənliyi aşağıdakı şəkildə olur:

$$u_{i,j+1} = 2u_{i,j} - u_{i,j-1} + \alpha^2(u_{i+1,j} - 2u_{ij} + u_{i-1,j}) + \alpha^2 h^2 F_{ij}.$$

Misal. Aşağıdakı hiperbolik tip tənlik üçün qoyulmuş sər-həd məsələsini $x \in [0,1]$; $t \in [0;\ 0,8]$; $h_x = 0,1,\ h_t = 0,05$ şərtləri daxilində şəbəkə üsulu ilə həll etməli.

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2},$$

$$u(x,0) = f(x),\ \frac{\partial u}{\partial t}(x,0) = g(x);\ \ x \in [0,1],$$

$$u(0,t) = 0;\ \ u(1,t) = 0;\ \ t \in [0;\ 0,8];$$

harada

$$f(x) = \begin{cases} 2x, & x \in [0;\ 0,5], \\ 2 - 2x, & x \in [0,5;\ 1], \end{cases} \quad g(x) = 0.$$

```
program hiperbolik;
type t1=array[1..11] of real;
var u1,u2,u3,xp:t1; hx,ht,x,t,AL,b1,a1:real;
 n,i,j:integer;
function f (x: real): real;
begin
if x<0.5 then f:=2*x else f:=2-2*x
end;
function G(x:real):real;
begin
G:=0;
end;
begin
n:=10; hx:=0.1; ht:=0.05;
hp[1]:=0; xp[11]:=1;
for i:=2 to 10 do
begin
x:=(i-1)*hx;  xp[i]:=x;
u1[i]:=f(x); u2[i]:=u1(i)+ht*G(x);
end;
j1[1]:=0; u1[11]:=0; u2[1]:=0;
u2[11]:=0; u3[1]:=0; u3[11]:=0;
writeln (xp[i]); t:=0;
writeln(t,u1[i]); t:h*t;
```

```
writeln (t, u2[i]);
for j:=1 to 15 do
begin
AL:=ht/hx; b1:=sqr(AL); a1:=2*(1-b1);
for i:=2 to n do
u3[i]:=a1*u2[i]+b1*(u2[i+1]+u2[i-1])-u1[i];
for i:=2 to n do
begin
u1[i]:=u2[i]; u2[i]:=u3[i];
end; t:=t+ht;
writeln (t,u2[i]);
end;
end.
```

İnteqralı inteqral cəmi ilə əvəz etmək üsulu.

Bü üsulda, inteqral tənlikdəki müəyyən inteqral, aşağıdakı kvadratur düsturların köməyi ilə inteqral cəmi ilə əvəz edilir:

$$\int_a^b F(x)dx \approx \sum_{j=1}^{n} A_j F(x_j) + R[F], \tag{1}$$

harada x_j $(j=\overline{1,n})$, $[a,b]$ parçasının nöqtələrinin absisi, A_j $(j=\overline{1,n})$ isə $F(x)$ funksiyasının seçilməsindən asılı olmayan, kvadratur düsturun ədədi əmsallarıdır və $R[F]$ düsturun qalıq həddidir. Burada adətən, $A_j \geq 0,\ \sum_{j=1}^{n} A_j = b-a$ olur.

(1) kvadratur düsturun seçilməsindən asılı olaraq A_j əmsalları və x_j absisləri aşağıdakı qiymətləri alacaqlar:

1) düzbucaqlılar düsturu üçün:

$$h = \frac{b-a}{n},\ A_j = \frac{b-a}{n}\ (j=\overline{0,n-1}),$$

$$A_n = 0,\ x_j = a + jh\ \ (j=\overline{0,n}),$$

2) trapeslər düsturu üçün:

$$h=\frac{b-a}{n},\ A_0=A_n=\frac{h}{2},\ A_j=h\ (j=\overline{1,n-1}),\ x_j=a+jh\ \ (j=\overline{0,n}),$$

3) Simpson düsturu üçün:

$$n=2m,\ h=\frac{b-a}{2m},\ A_0=A_{2m}=\frac{h}{3},\ A_1=A_3=\ldots=A_{2m-1}=\frac{4h}{3},$$

$$A_2=A_4=\ldots=A_{2m-2}=\frac{2h}{3},\ \ x_j=a+jh\ \ (j=\overline{0,2m})$$

4) Qauss düsturu üçün:

$$A_j=(b-a)A_j^{(n)},\ \ x_j=a+(b-a)x_j^{(n)},$$

harada $x_j^{(n)}$ - Qauss absisləri, $A_j^{(n)}$ isə (0,1) intervalı üçün Qauss əmsallarıdır.

Əvvəlcə Fredholmun birinci növ $\lambda\int_a^b K(x,s)y(s)ds=f(x)$ və ikinci növ $y(x)-\lambda\int_a^b K(x,s)y(s)ds=f(x)$ tənliklərini nəzərdən keçirək. Fredholmun tənliklərində inteqralı (1) düsturu üzrə əvəz edib, $x=x_i$ qəbul etsək, uyğun olaraq alarıq:

$$\lambda\sum_{j=1}^{n}A_jK_{ij}y_j=f_i\qquad (i=\overline{1,n}),\tag{2}$$

$$y_i-\lambda\sum_{j=1}^{n}A_jK_{ij}y_j=f_i\ \ (i=\overline{1,n}),\tag{3}$$

harada $y_i=y(x_i),\ K_{ij}=K(x_i,x_j),\ f_i=f(x_i)$.

Nəticədə, y_i qiymətlərinə nəzərən xətti cəbri tənliklər sistemlərini alırıq. Bu sistemləri hər hansı bir məlum üsulla (Qauss, iterasiya və s.) həll edib, y_i-nin x_i nöqtələrindəki təqribi qiymətlərinin cədvəlini alarıq. Bu isə Fredholmun I növ tənliyinin təqribi həllini interpolyasiya çoxhədlisi şəklində, Fredholmun I növ tənliyinin təqribi həllini isə aşağıdakı şəkildə verməyə imkan verir:

$$y(x)=f(x)+\lambda\sum_{j=1}^{n}A_jK(x,x_i)y_j\,.$$

Aşağıdakı Fredholmun II növ inteqral tənliyini, inteqralı inteqral cəmi ilə əvəz etmə üsulu ilə həll etməli:

$$u(x) = \lambda \int_0^1 s(3sx + 2)u(s)ds + \frac{3}{4}x - 0,2$$

```
program integraluravnenie;
const n=9; tl=0.25; a0=0; b0=1;
type t1=array [1..n] of real;
     t2=array [1..n, 1..n] of real;
var b:t2; a,d,y:t1; h,x,r,s:real;
     n1,n2,i,j,i1,k,k1,ni: integer;
function f(x:real):real;
begin f:=0.75*x-0.2 end;
function c(x,r:real):real;
begin c:=s*(3*x*s+2); end;
begin
n1:=n-1; n2:=n1 div 2;
h:=(b0-a0)/n1; a[1]:=h/6;
for i:=1 to n2 do begin
a[2*i]:=6*h/6; x:=a0;
for i:=1 to n do begin r:=a0;
for   j:=1   to   n   do   begin   b[i,j]:=-
tl*a[j]*c(x,r);
r:=r+h; end; b[i,i]:=1+b[i,i];
d[i]:=f(x); x:=x+h; end;
for i:=2 to n do b[1,i]:=b[1,i]/b[1,1];
d[1]:=d[1]/b[1,1]; for i:=2 to n do begin
i1:=i-1; for k:=i to n do
for   j:=1   to   i1   do   b[k,i]:=b[k,i]-
b[k,j]*b[j,i];
if i<>n then begin k1:=i+1;
for k:=k1 to n do begin
r:=0; for j:=1 to n do r:=r+b[i,j]*b[j,k];
b[i,k]:=(b[i,k]-r)/b[i,i]; end end;
r:=0; for j:=1 to i1 do
r:=r+b[i,j]*d[j]; d[i]:=(d[i]-r)/b[i,i]; end;
y[n]:=d[n]; for i:=1 to n1 do begin
r:=0; n1:=n+1-i;
```

```
for j:=n1 to n do r:=r+b[n-i,j]*y[j];
y[n-i]:=d[n-i]-r; end;
for i:=1 to n do writeln (i,y[i]);
end.
```

Aşağıdakı inteqral tənliklərin, inteqralı inteqral cəmi ilə əvəz etmək üsulu ilə təqribi həllini tapmalı.

1. $y(x)-4\int_0^1 \sin^2(xs^2)y(s)ds = 2x-\pi;$

2. $y(x)-\int_0^1 \sin(x+1)^s y(s)ds = x^2+5;$

3. $y(x)-\frac{1}{3}\int_0^1 (x^2+\sin(xs))y(s)ds = \cos 2x;$

4. $y(x)+\frac{1}{4}\int_0^1 x\ln(x^2+10s^2+3)y(s)ds = x^2+3x;$

5. $y(x)-\int_0^1 (1+\sin e^{xs})y(s)ds = \frac{1}{8}(x+8);$

6. $y(x)-3\int_0^1 (x^2s^2+e^{xs}+1)y(s)ds = \cos 2x;$

7. $y(x)+5\int_0^1 e^{xs+s^2} y(s)ds = \ln(1+x);$

8. $y(x)+\int_0^1 (x\sin s-\sqrt{s})y(s)ds = \cos 3x;$

9. $y(x)-\int_0^1 (xs+x^2\cos s)y(s)ds = x-2;$

10. $y(x)-\int_0^1 (x+3)e^{xs+s^2} y(s)ds = x(e^x+2);$

11. $y(x)-\frac{1}{5}\int_0^1 \cos\ln((s+5)x)y(s)ds = \sin x;$

12. $y(x)-\int\limits_0^1(5x\arcsin s-\ln(s+8))y(s)ds=x^2+8;$

13. $y(x)-4\int\limits_0^1 xe^{x^2+sx}y(s)ds=e^{2x}+8;$

14. $y(x)+\int\limits_0^1\cos 2\pi(x^2+sx)y(s)ds=x^2+\sin x;$

15. $y(x)-4\int\limits_0^1(x^2s+\sin(sx)+\ln(s+4))y(s)ds=e^{x^2}+8;$

16. $y(x)+\frac{1}{2}\int\limits_0^1\sin\frac{(xs)^2}{5}y(s)ds=1+x+e^x;$

17. $y(x)+\int\limits_0^{0,5}\frac{1}{5+\cos(x+s)}y(s)ds=\sin\pi x;$

18. $y(x)-0,3\int\limits_0^1\frac{1}{\ln(2+xs)}y(s)ds=1+e^x;$

19. $y(x)-\int\limits_0^1 e^{-\frac{x+s}{5}}y(s)ds=\cos\pi x;$

20. $y(x)-0,5\int\limits_0^1\frac{\sin xs}{2+y}y(s)ds=e^{-x};$

21. $y(x)+\frac{1}{9}\int\limits_0^1\cos(xs^2)y(s)ds=\frac{\sin x}{1+x^2};$

22. $y(x)+\int\limits_0^x(2+x-s)y(s)ds=x^2;\quad 0\le x\le 1;$

23. $y(x)-0,5\int\limits_0^x\frac{y(s)}{2+\sin\pi(x+s)}ds=2-\sin\pi x,\quad 0\le x\le 1;$

24. $y(x)-\int\limits_0^x\frac{y(s)}{(1+x+s)}ds=1+x,\quad 0\le x\le 1;$

25. $y(x)-\int\limits_0^x \frac{y(s)}{1+e^{-xs}}ds = ch(x),\ \ 0\le x\le 1{,}2;$

26. $y(x)-\int\limits_0^x (x-\sin xs)y(s)ds = \sin x;\ \ 0\le x\le 1;$

27. $y(x)-\int\limits_0^x (1+x^2 s-e^{xs})y(s)ds = e^{2x}+x;\ \ 0\le x\le 1;$

28. $y(x)-\int\limits_0^x \sin(3x-8sx)y(s)ds = 1-2\cos x;\ \ 0\le x\le 1;$

29. $y(x)-\int\limits_0^x e^{s^3x^2-5sx}y(s)ds = e^{3x}+9;\ \ 0\le x\le 1;$

30. $y(x)-\int\limits_0^x (x\ln(s+8)-s)y(s)ds = \frac{1}{4}e^{2x}+x.$

Misal variantları.

Şəbəkə üsulundan istifadə edərək, Laplas tənliyi $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}=0$ üçün Dirixle sərhəd məsələsinin təpə nöqtələri A(0;0), B(0;1), C(1;1), D(1;0) olan ABCD kvadratında $h=0{,}25$ addımı ilə təqribi həllini tapmalı.

№	$u(0,y)$	$u(x,1)$	$u(1,y)$	$u(x,0)$
1.	y	$1-x+\sin 2x$	$\sin(1+\sqrt{y})$	$\sin x$
2.	$10y$	$10-x$	$8y+1$	x^2
3.	y^2	$1-\sin 3x$	$y-\sin 3y$	$x(1-x)$
4.	y	$1-x$	$1-y$	x
5.	y^2	$1-x$	$1-y$	x^2
6.	y	$(1-x)^2$	$1-y$	x^3
7.	$1-y$	x	$y+1/2$	$1-x/2$
8.	$\sqrt{y}$	$1-x$	$1-y$	$\sqrt{x}$

9.	e^{y}	e^{1-x}	y	$1-x$
10.	$1/(1+y)$	$(1+x)/2$	y	$1-x$
11.	$20y$	20	$20y^2$	$50x(1-x)$
12.	$30\sin \pi y$	$20x$	$20y$	$30x(1-x)$
13.	$30(1-y)$	$20\sqrt{x}$	$20y$	$30(1-x)$
14.	$50y^2$	$50(1-x)$	0	$60x(1-x^2)$
15.	$20y^2$	20	$20y$	$10x(1-x)$
16.	$40\sqrt{y}$	$40(1-x)$	$20y(1-y)$	0
17.	$30y^2(1-y)$	$50\sin \pi x$	0	$10x^2(1-x)$
18.	$20y$	$20(1-x^2)$	$30\sqrt{y}(1-y)$	0
19.	$30(1-y^2)$	$30x$	30	30
20.	0	$50\sin x$	$50y(1-y^2)$	0
21.	$20\sqrt{y}$	20	$20y^2$	$40x(1-x)$
22.	$50y(1-y)$	$20x^2(1-x)$	0	$40x(1-x^2)$
23.	$20\sin \pi y$	$30x$	$30y$	$20x(1-x)$
24.	$40(1-y)$	$30\sqrt{x}$	$30y$	$40(1-x)$
25.	$20\sin \pi y$	$50\sqrt{x}$	$50y^2$	$20\sin \pi x$
26.	40	40	$40y^2$	$40\sin \frac{\pi}{2}(1-x)$
27.	$30y^2$	$30(1-x)$	0	$40x^2(1-x)$
28.	$25y^2$	25	$25y$	$20x(1-x)$
29.	$15\sqrt{y}$	$15(1-x)$	$30y(1-y)$	0
30.	$50y(1-y^2)$	0	0	$50\sin \pi x$

Şəbəkə üsulundan istifadə edərək, parabolik tip diferensial

tənlik $\frac{\partial u}{\partial t}+\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ (istilik keçirmə tənliyi) üçün qarışıq məsələnin $0\le x\le 1,\ \ 0\le t\le 0{,}025$ oblastında aşağıdakı başlanğıc və sərhəd şərtləri üçün təqribi həllini tapmalı:
$u(x,0)=a(x),\ \ u(0,t)=b(t), u(1,t)=c(t).$

Burada x oxu üzrə hesablama addımı $h=0{,}1,\ t$ oxu üzrə isə addım $\tau=0{,}005$ qəbul edilir.

№	$a(x)$	$b(t)$	$c(t)$
31.	x	t	$1-t$
32.	$\sqrt{x}$	$\sqrt{t}$	$1-\sqrt{t}$
33.	$5x$	$2t$	$5+t$
34.	$1-x$	$1-t$	t
35.	x^2	$\sin t$	$\cos t$
36.	e^x	$1-t$	e^{1+t}
37.	$\cos x$	e^t	$\cos 1+te^t$
38.	x^2	t^2	$1+t$
39.	x^3	t^3	$\cos t$
40.	$1+x$	$\sqrt{1+t}$	$(2+t)e^t$
41.	$\cos 2x$	$1-6t$	0,3624
42.	$x(x+1)$	0	$2t+0{,}96$
43.	$\sin 2x$	$2t$	0,932
44.	$3x(2-x)$	0	$t+2{,}52$
45.	$\sin(0{,}55x+0{,}03)$	$t+0{,}03$	0,354
46.	$\sin x+0{,}08$	$0{,}08+2t$	0,6446
47.	$\cos(2x+0{,}19)$	$0{,}932$	0,1798
48.	$\lg(x+0{,}26)+1$	$0{,}415+t$	0,9345
49.	$\sin(x+0{,}45)$	$0{,}435-2t$	0,8674
50.	$x(0{,}3+2x)$	0	$6t+0{,}9$

51.	$\sin(x+0{,}48)$	0,4618	$3t+0{,}882$
52.	$\sin(x+0{,}02)$	$3t+0{,}02$	0,581
53.	$1{,}5-x(1-x)$	$3(0{,}5-t)$	1,26
54.	$\cos(x+0{,}845)$	$6(t+0{,}11)$	0,1205
55.	$\lg(1{,}43+2x)$	0,1553	$3(t+0{,}14)$
56.	$0{,}9+2x(1-x)$	$3(0{,}3-2t)$	1,38
57.	$\lg(1{,}95+x)$	$0{,}29-6t$	0,4065
58.	$2\cos(x+0{,}55)$	1,705	$0{,}817+3t$
59.	$x(1-x)+0{,}2$	0,2	$2(t+0{,}22)$
60.	$1-\lg(x+0{,}4)$	1,4	$t+1$

Şəbəkə üsulundan istifadə edərək, hiperbolik tip diferensial tənlik $\frac{\partial u}{\partial t}=\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ (simin rəqs tənliyi) üçün qarışıq məsələnin $0\le x\le 1,\ \ 0\le t\le 1$ oblastında aşağıdakı başlanğıc və sərhəd şərtləri üçün təqribi həllini tapmalı:

$$u(x,0)=a(x),\ \ \frac{\partial u(x,0)}{\partial y}=b(x),\ u(0,t)=c(t),\ u(1,t)=d(t).$$

Burada x oxu üzrə hesablama addımı $h=0{,}1,\ t$ oxu üzrə isə addım $\tau=0{,}1$ qəbul edilir.

№	$a(x)$	$b(x)$	$c(t)$	$d(t)$
61.	x	x^2	t	$1-t$
62.	$\sqrt{x}$	$\sin x$	$\sqrt{t}$	$1-\sqrt{t}$
63.	$1-x$	e^x	$1-t$	t
64.	e^x	$\sqrt{x}$	$1-t$	e^{1+t}
65.	x^2	$x\sqrt{x}$	t^2	$1+t$

66.	$1+x$	$x\sin x$	$\sqrt{1+t}$	$(2+t)e^t$
67.	$5x$	xe^x	$2t$	$5+t$
68.	x^2	$x/2$	$\sin t$	$\cos t$
69.	$x(x+1)$	$\cos x$	0	$2(t+1)$
70.	$x\cos\pi x$	$x(2-x)$	$2t$	-1
71.	$\cos(\pi x/2)$	x^2	$1+2t$	0
72.	$(x+0{,}5)(x-1)$	$\sin(x+0{,}2)$	$t-0{,}5$	$3t$
73.	$x\sin\pi x$	$(x+1)^2$	$2t$	0
74.	$3x(1-x)$	$\cos(x+0{,}5)$	$2t$	0
75.	$x(2x-0{,}5)$	$\cos 2x$	t^2	1,5
76.	$(x+1)\sin\pi x$	x^2+x	0	$0{,}5t$
77.	$(1-x)\cos(\pi x/2)$	$2x+1$	$2t+1$	0
78.	$0{,}5x(x+1)$	$x\cos x$	$2t^2$	1
79.	$0{,}5(x^2+1)$	$x\sin 2x$	$0{,}5+3t$	1
80.	$x^2\cos\pi x$	$x^2(x+1)$	$0{,}5t$	$t-1$
81.	$(1-x^2)\cos\pi x$	$2x+0{,}6$	$1+0{,}4t$	0
82.	$(x+0{,}5)^2$	$(x+1)\sin x$	$0{,}5(0{,}5+t)$	2,25
83.	$1{,}2x-x^2$	$(x+0{,}6)\sin x$	0	$0{,}2+0{,}5t$

84.	$0{,}5(x+1)^2$	$(x+0{,}5)\cos\pi x$	0,5	$2-3t$
85.	$(x+0{,}4)\sin\pi x$	$(x+1)^2$	$0{,}5t$	0
86.	$(2-x)\sin\pi x$	$(x+0{,}6)^2$	$0{,}5t$	0
87.	$x\cos(\pi x/2)$	$2x^2$	0	t^2
88.	$(1-x^2)+x$	$2\sin(x+0{,}4)$	1	$(t+1)^2$
89.	$0{,}4(x+0{,}5)^2$	$x\sin(x+0{,}6)$	$0{,}1+0{,}5t$	0,9
90.	$(x^2+1)(1-x)$	$1-\sin x$	1	$0{,}5t$

C A V A B L A R

1.15.

```
program misal;
var x1,y1,x2,y2,x3,y3,p,s,per:real;
a,b,c:real;
begin read (x1,y1,x2,y2,x3,y3);
a:=sqrt((sqr(x1-x2)+(sqr(y1-y2));
b:=sqrt((sqr(x1-x2)+(sqr(y1-y3));
c:=sqrt((sqr(x2-x3)+(sqr(y2-y3));
per:=a+b+c; p:=per/2;
s:=sqrt(p*(p-a)*(p-b)*(p-c));
writeln(p,s);
end.
```

1.19.5.

```
program m5;
var a,b,x,y:real;
begin read(x,y);
a:=cos(x*exp(-y))+sqrt(sqr(x)+exp(y));
b:=sin (x*cos(y));
writeln (a,b)
end.
```

1.19.8.

```
program misal;
var a,b,x,y:real;
begin read (x,y);
a:=(y+x)*sin (x*sqrt(y));
b:=cos (sqr(x)+y+1);
writeln( a,b);
end.
```

3.10.

```
program m10;
var n,i,p,p1:integer; s:real;
begin read(n);
p:=1; p1:=1; s:=0:
```

```
for i:=1 to n do
begin p:=p*i; p1:=p1*(2*i);
s:=s+p/p1
end;
writeln(s)
end.
```

3.25.

```
program misal;
var i,n:integer;
    s:real;
begin read(n);
s:=0;
for i:=1 to n do
s:=s+exp(i)*log(i+1+sqr(i));
writeln(s);
end.
```

4.9.

```
program m9;
var i:integer; eps,a,s:real;
begin read(eps); s:=0; i:=0;
repeat
i:=i+1:
a:=(sqr(i)*i)/exp(i);
s:=s+a
until a<eps;
writeln(s)
end.
```

4.22.

```
program misal;
var i:integer;
e,s,a:real;
begin
read(e);
s:=0; i:=0;
repeat
i:=i+1;
a:=cos(i)*exp(-i);
```

```
s:=s+a until a<e;
writeln(s);
end.
```

4.23.

```
program misal;
var i:integer;
e,a,s:real;
begin
read(e);
s:=0; i:=1;
a:=i*sin(i)/(1+sqr(i));
while a>=e do begin
s:=s+a; i:=i+1;
a:=i*sin(i)/(1+sqr(i))
end;
writeln(s)
end.
```

5.10.

```
program m10;
var i,j:integer;
s,s1:real;
begin s:=0;
for i:=1 to 10 do
begin s1:=0;
for j:=1 to 15 do
s1:=s1+sqr(i)/(sqr(j)+1);
s:=s+s1
end;
writeln (s)
end.
```

5.22.

```
program misal;
var i,k:integer;
p,s:real;
begin p:=1;
```

```
for i:=1 to 10 do
begin
s:=0;
for k:=1 to i do s:=s+k/(k+i);
p:=p*s
end;
writeln (p);
end.
```

5.24.

```
program misal;
var i,k:integer;
p,s:real;
begin p:=1;
for i:=1 to 10 do begin
s:=1;
for k:=1 to i do
s:=s*k/(k+i);
p:=p*s
end;
writeln(p)
end.
```

7.1.

```
program m1;
label 1;
const n=10;
type mas=array[1..n] of real;
var a:mas; i:integer; max: real;
begin
for i:=1 to n do
read (a[i]);
max:=a[1];
for i:=2 to n do
begin
if max>=a[i] then goto 1;
max:=a[i]
1: end;
```

```
writeln (max)
end.
```

7.8.

```
program misal;
var k,n,i:integer;
p:real;
a:array [1..100] of real;
begin
read (n);
k:=0; p:=0;
for i:=1 to n do
read(a[i]);
for i:=1 to n do
if a[i]<0 then k:=k+1 else
if a[i]>0 then p:=p*a[i];
writeln (k, p)
end.
```

7.16.

```
program m16;
label 1;
const n=10;
type mas=array[1..n] of integer;
var a:mas; i,min: integer;
begin for i:=1 to n  read (a[i]);
min:=a[1];
for i:=2 to n do
begin
if min<=a[2*i-1] then goto 1;
min:=a[2*i-1]
1: end;
writeln (min)
end.
```

7.20.

```
program misal;
var n,i: integer;
```

```
s:real;
a:array[1..100] of integer;
b:array[1..100] of real;
begin
read(n); s:=0;
for i:=1 to n do read (a[i]);
for i:=1 to n do begin
if a[i] mod 3 = 1 then
b[i]:=sqr (a[i]) else b[i]:=1/sqr (a[i]);
s:=s+b[i] end;
writeln (s)
end.
```

8.8.

```
program m8;
label 1;
const n=10;
type mas=array[1..n,1..n] of real;
var a:mas; i,j:integer; p:real;
begin
for i:=1 to n do
for j:=1 to n do
read (a[i,j]); p:=1;
for i:=1 to n do
begin
if a[i,i]>0 then goto 1;
for j:=1 to n do p:=p*a[i,j];
write(p)
1: end;
end.
```

8.13.

```
program m13;
label 1;
const n=10;
type mas=array[1..n,1..n] of real;
vec=array[1..n] of real;
var a:mas; b:vec;
```

```
i,j:integer; s,max:real;
begin for i:=1 to n do
for j:=1 to n do read (a[i,j]);
for i:=1 to n do
s:=0;
for j:=1 to n
begin
s:=s+a[i,j];
b[i]:=s;
end;
max:=b[1];
for i:=2 to n do
begin
if max>=b[i] then goto 1;
max:=b[i]
1:end;
write (max)
end.
```

8.21.

```
program misal;
var a:array [1..6,1..6] of real;
  i,j:integer;
    s:real;
begin s:=0;
for i:=1 to 6 do
for j:=1 to 6 do
read (a(i,j));
for i:=1 to 6 do
s:=s+a(i,i);
if s>0 then
for i:=1 to 6 do
for j:=1 to 6 do
if a[i,j]>0 then
a[i,j]:=1else
a[i,j]:=0;
for i:=1 to 6 do
for j:=1 to 6 do
```

```
writeln (a[i,j])
end.
```

9.2.

```
program m2;
var a,b,c:real;
function f(x,y:real):real;
begin
f:=(sqr(x)+sqr(y)+1)/(sqr(x)+2*x*y+2*sqr(y)+4);
end;
begin read(a,b);
c:=f(a,2*b)+f(2*a,b)-f(a+b,a-b);
writeln (c)
end.
```

Ədəbiyyat

1. Абрамов С.А., Гнездилова Г.Г., Капустина Е.Н., Селюн М.И. Задачи по программированию М., Наука, 1988, 224 с.
2. Абрамов С.А., Зима Е.В. Начало информатики. М., Наука, 1989, 256 с.
3. Абрамов С.А., Трифонов Н.Г., Трифонова Г.Н. Введение в язык Паскаль. М., Наука, 1988, 320 с.
4. Васюкова Н.Д., Тюляева В.В. Практикум по основам программирования. Язык Паскаль. М., Высшая школа, 1991, 160 с.
5. Гнездилова Г.Г., Гончаров О.А., Сенин Г.В. Персональный компьютер в играх и задачах М., Наука, 1988, 192 с.
6. Дмитриева М.В., Кубенский А.А. Элементы современного программирования. С-Петербург, С-П Университет, 1991,272с.
7. Əliyev A.Y., Piriverdiyev V.Ə. Riyazi analizin təqribi hesablama üsulları. Bakı, Azərb. EA nəşriyyatı, 1993, 139 s.
8. Əliyev A.Y., Piriverdiyev V.Ə. Cəbrin təqribi hesablama üsulları. Bakı, Azərb. EA nəşriyyatı, 1993, 110 s.
9. Əliyev A.Y., Piriverdiyev V.Ə. Diferensial və inteqral tənliklərin təqribi hesablama üsulları.Bakı, İrşad nəş., 1993,175s.
10. Əliyev A.Y. İnformatika, hesablama texnikası və proqramlaşdırmanın əsasları. Bakı, Mütərcim nəş., 1998, 216 s.
11. Перминов О.Н. Программирование на языке Паскаль М., Радио и связь, 1988, 224 с.
12. Петров А.В., Алексеев В.Е., Ваулин А.С. и др. Вычислительная техника и программирование. М., Высшая школа, 1990, 479 с.
13. Прайс Д. Программирование на языке Паскаль. Практическое руководство. М., Мир, 1987, 232 с.
14. Пильщиков В.Н. Сборник упражнений по языку Паскаль. М., Наука, 1989, 160 с.
15. Пярнпуу А.А. Программирование на современных алгоритмических языках М., Наука, 1990, 384 с.

MÜNDƏRİCAT

Галина Юрьевна Мехтиева

Айдын Юнус оглы Алиев

Владимир Абдулович Пиривердиев

ЗАДАЧИ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ

Учебное пособие для вузов

(на азербайджанском языке)

Баку, издательство БГУ, 2004